



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง  
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3



กรองทิพย์ บัวภา

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
ปีการศึกษา 2566  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง  
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
ปีการศึกษา 2566  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี  
เสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3"

ของ กรองทิพย์ บัวภา

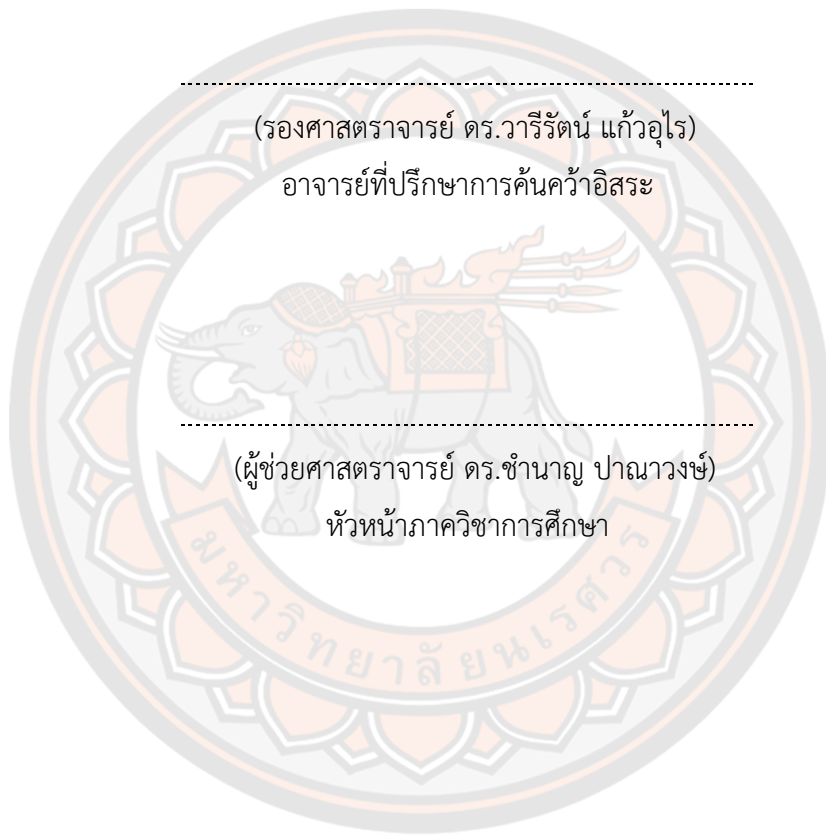
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
<b>ผู้วิจัย</b>	กรองทิพย์ บัวภา
<b>ประธานที่ปรึกษา</b>	รองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
<b>คำสำคัญ</b>	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1) ศึกษา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
 2.2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ระเบียบวิธีวิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80 2) การใช้และศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ จำนวน 22 คน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t-test dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.69/80.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลการใช้

และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า 2.1) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร มีการพัฒนามโนทัศน์เพิ่มสูงขึ้นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ CU คิดเป็นร้อยละ 79.09 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ PU คิดเป็นร้อยละ 16.59 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน PS คิดเป็นร้อยละ 0.46 และไม่มีมโนทัศน์ NU คิดเป็นร้อยละ 3.86 2.2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดกิจกรรมเท่ากับ 1.91 และ 15.91 คะแนนตามลำดับและมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

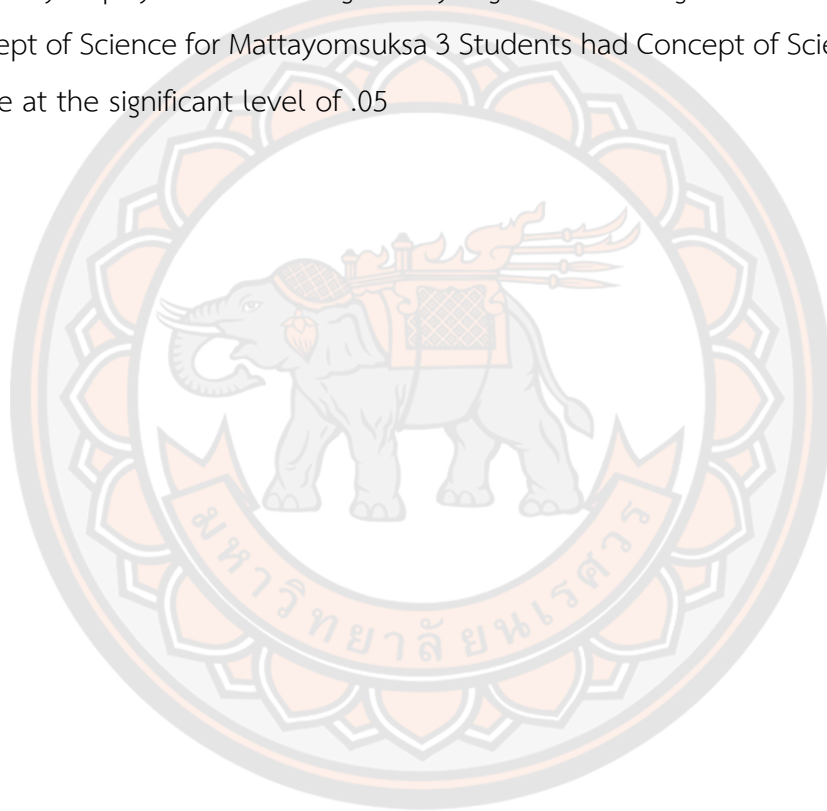


<b>Title</b>	A DEVELOPMENT OF INQUIRY BASED LEARNING ACTIVITY TOGETHER WITH AUGMENTED REALITY TO ENHANCE CONCEPT OF SCIENCE FOR MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS.
<b>Author</b>	Krongthip Buapa
<b>Advisor</b>	Associate Professor Wareerat Kaewurai, Ph.D.
<b>Academic Paper</b>	M.Ed. Independent Study in Curriculum and Instruction - (Plan B), Naresuan University, 2023
<b>Keywords</b>	Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality, Concept of Science

### ABSTRACT

The purpose of this study were to (1) Construct and evaluate the efficiency of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students based on the criteria 80/80 (2) to imply and study effect of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students by (2.1) study concept of science for Mattayomsuksa 3 Students (2.2) comparing concept of science before and after using Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students. Research methodology operate with research and development in 2 step ; step 1 creative and studying Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students based on the criteria 80/80. step 2 Implementing and studying the effect of Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality. A sample group consisted of 22 Students in grade 9 , Semester 1 academic year 2023 , Ban Pa Bong School , Phetchabun. The research methodology was One-Group Pretest - Posttest Design. The descriptive statistics used on data analysis was t-test dependent. Research finding were as follow:1) Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students consists of steps 1 Engagement with Augmented Reality steps 2 Exploration with Augmented Reality steps 3 Explanation with Augmented Reality steps 4

Elaboration and steps 5 Evaluation The result found that learning activities were suitable in various elements of learning activity in the highest level. Learning activities were as effective as 82.69/80.00 which met the criteria. 2) The effect of implement found that 2.1 Students who studies by Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality have development in Concept of Science higher in Complete Understanding = 79.09% Partial Understanding = 16.59 % Partial Understanding with Specific misconception = 0.46 % และ No Understanding = 3.86% 2.2 Students who studies by Inquiry Based Learning activity together with Augmented Reality to enhance Concept of Science for Mattayomsuksa 3 Students had Concept of Science higher than before at the significant level of .05



## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร ประธานที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของการศึกษาอิสระด้วยความใส่ใจ ตลอดระยะเวลาการทำการศึกษาอิสระ ฉบับนี้ จนทำให้การศึกษาอิสระฉบับนี้ลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ จันทะคุณ นางทัศนีย์ สัมมาวรรณ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และว่าที่ร้อยตรีหญิงสุทิสสา เป้าใหญ่ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้บริหาร บุคลากรทางการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะและโรงเรียนบ้านเนินสง่า สำหรับการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ได้ให้กำลังและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา คุณค่า และคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการศึกษาอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

กรองทิพย์ บัวภา



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).....	9
กิจกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้.....	14
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry).....	21
เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality).....	24
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง.....	27

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	41
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	41
ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	48
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	54
ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 .....	54
ขั้นตอนที่ 2 ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	60
บทที่ 5 บทสรุป.....	62
สรุปผลการวิจัย.....	64
อภิปรายผล .....	65
ข้อเสนอแนะ .....	67
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	74
ประวัติผู้วิจัย .....	106

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	13
ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้เพื่อ กำหนดเวลาเรียน.....	43
ตาราง 3 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน.....	55
ตาราง 4 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน.....	56
ตาราง 5 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	59
ตาราง 6 แสดงการพัฒนา มโนทัศน์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 3.....	60
ตาราง 7 แสดงระดับผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	60
ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	61
ตาราง 9 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	74

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .....	76
ตาราง 11 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน.....	79
ตาราง 12 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	100
ตาราง 13 แสดงผลคะแนนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	101
ตาราง 14 แสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	103

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	41
ภาพ 2 โคนเลสาบ กัมพูชา.....	99
ภาพ 3 แม่น้ำแดงเวียดนาม .....	99



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผล ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญ ในการ ค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูลที่ หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็น สังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-base society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา ให้รู้ วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถ นำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 92)

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่นักเรียนมักจะพบประสบปัญหา เพราะว่าเป็นวิชาที่ต้องทำ ความ เข้าใจเป็นอย่างมาก จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สาเหตุหนึ่งเกิดจาก ครูผู้สอน เนื่องจากครูไม่มีสื่อการสอน ขาดประสบการณ์และไม่มีเทคนิคการสอนใหม่ ๆ ครูยังคง ใช้วิธีการสอน ด้วยการอธิบายบนกระดานดำ ครูผู้สอน สอนแบบบรรยาย จัดกิจกรรมที่เน้น เนื้อหามากกว่าวิธีการ ทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสร่วมกันคิดแก้ปัญหาที่กำลังเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิด ความเบื่อหน่ายไม่สนใจใน บทเรียน นักเรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาคือการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านมา แม้ว่า นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีแต่นักเรียน จำนวนมากยังคงด้อยความสามารถ เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาที่กล่าวมา นี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ ใช้ ในชีวิตประจำวันและในการศึกษา ต่อได้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมี ความสำคัญที่สุด ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 23 วรรค 2 ได้ กำหนด ไว้ในเรื่องของการให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ ตามความ เหมาะสมของระดับการศึกษาโดยคำนึงถึงความแตกต่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด

การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2545, น. 142 - 143)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2551) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ว่า “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น” และจากผลการวิจัยของเชษฐ เกษกุล (2552) ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง พบว่า ช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด รวมทั้งมีความคงทนในการเรียนรู้ถึงร้อยละ 99

เทคโนโลยีความเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลก ในความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ ต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วีดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความตัวอักษรให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริง ที่ปรากฏบนกล้อง เทคโนโลยีความเสมือนจริง เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจในยุคปัจจุบัน จากการพัฒนาเทคโนโลยีและวิทยาการทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทกับสังคม อย่างมาก โดยเฉพาะทางด้านการศึกษามีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนมีการเรียนรู้แบบเฉพาะตัวจึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ จากความสามารถของเทคโนโลยี ความเสมือนจริง มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างน่าสนใจ เช่น ลี (Lee, 2012) พบว่า การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน (Smart phone) ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ นอกจากนี้ ไชยา พรหมโส (2558, น. 57) พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ในการใช้แอปพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนเขียนรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้องและลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนลงได้ นักเรียนส่วนใหญ่ มีมโนคติวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ถูกต้องในเรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนสามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้เด็กเกิดการพัฒนาทางความคิด แล้วทำให้เกิดการพัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัย จึงมุ่งมั่นที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากเนื้อหาเป็น เรื่องเกี่ยวกับวัฏจักรที่อยู่ในอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนเข้าใจได้ยาก ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ จึงยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อันจะช่วยส่งผลต่อการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนมีคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ต่อไป

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย
  - 2.1 ศึกษาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 2.2 เปรียบเทียบโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

#### ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนโดยกำหนดขอบเขตในแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80



### ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่มีผลต่อการพัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอนหรือสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา หรือสาขาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.2 ครูชำนาญการพิเศษสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 2 ท่าน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ E1/E2 ตามเกณฑ์ 80/80 ประกอบด้วย

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้าน เนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น สูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อค้นหาข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้าน เนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 9 คน จำแนกเป็น สูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E1/E2 ตามเกณฑ์ 80/80

### ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรของสาร

### ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2. ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านตะเบาะ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน 22 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรของสาร โดยมีเนื้อหาย่อยดังนี้

1. วัฏจักรน้ำ
2. วัฏจักรคาร์บอน
3. วัฏจักรไนโตรเจน
4. วัฏจักรฟอสฟอรัส

#### ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เสมือนจริง  
ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญหรือข้อสรุปของความคิดของนักเรียนที่ได้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร ที่ถูกต้องหรือแนวคิดที่ได้รับ การยอมรับทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นตามวิธีวัดมโนทัศน์ปรนัย 4 ตัวเลือก รูปแบบ two - tier test โดยออกแบบให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบ่งระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญแต่ละแนวความคิด

ระดับที่ 2 มโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของ นักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

ระดับที่ 3 มโนทัศน์ ที่ คลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific misconception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ระดับที่ 4 ไม่มีมีโนทัศน์ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียน ถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือนักเรียนตอบไม่ตรงกับคำถาม ไม่ตอบ ตอบว่าไม่รู้หรือ เขียนทวนคำถาม

2. เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) หมายถึง การผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริงเข้ากับโลกของความจริง โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน (Smart phone) เพื่อนำไปศึกษาเรื่อง วัฏจักรของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง การจัดการเรียนรู้เรื่อง วัฏจักรของสาร โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ผู้เรียนสามารถนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน มาใช้ในการเรียนโดยการส่งภาพนิ่งด้วยแอปพลิเคชัน AR แล้วเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ทโฟน ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการสอน ตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR และตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า โดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR

ขั้นตอนที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการอภิปรายและสรุปเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นที่ขาดและประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR

ขั้นตอนที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม พร้อมทั้งอธิบายสาเหตุและการป้องกันรักษา

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นการระบุสิ่งที่เรียนรู้และตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้โดยการวิเคราะห์แลกเปลี่ยน อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง

5. ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง คุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร ซึ่งกำหนดไว้ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดมโนทัศน์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

#### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
  - 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
  - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
  - 1.3 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
  - 1.4 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 1.5 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว23101
2. กิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.3 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.4 การกำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพ
3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)
  - 3.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.2 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.2 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality)
  - 4.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality)
  - 4.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
  - 5.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

เสมือนจริง

5.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

## 6. มโนทัศน์

- 6.1 ความหมายของมโนทัศน์
- 6.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 6.3 องค์ประกอบของมโนทัศน์
- 6.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

## 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)**

### 1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

## 2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้าง องค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงานและคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 3. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง

#### สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและ การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม



#### 4. คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว 23101 ซึ่งได้กำหนดเวลาเรียนรวมทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิตต่อภาคเรียน ดังนี้

##### หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านตะเบาะ

ศึกษา พันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การแบ่งเซลล์ โรคทางพันธุกรรม และความสำคัญของการรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ วัสดุในชีวิตประจำวัน พอลิเมอร์เซรามิก วัสดุผสม และแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า ปฏิกริยาเคมีและสมการเคมี การเกิดสนิม ระบบและสิ่งแวดล้อมกับการเปลี่ยนแปลงของสาร มวลของสารกับการเกิดปฏิกริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี ปฏิกริยาเคมี ในชีวิตประจำวัน และผลของปฏิกริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี พัฒนาอาชีพ ในท้องถิ่น แก้ปัญหาที่จำเป็นด้วยวิธีการที่หลากหลาย การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม วัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรฟอสฟอรัส การรักษาสสมดุลของระบบนิเวศ

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย การออกแบบ การสร้างแบบจำลอง

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ความตระหนัก สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

##### รหัสตัวชี้วัด

ว 1.1 ม 3/1 ม3/6

ว 1.3 ม 3/1 ม3/2 ม3/3 ม3/4 ม3/5 ม3/6 ม 3/7 ม3/8 ม3/9 ม3/10 ม3/11

ว 2.1 ม 3/1 ม3/2 ม3/5 ม 3/7

ว 4.1 ม 3/1 ม3/2 ม3/4 ม3/5

5. โครงสร้างรายวิชาพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
วิทยาศาสตร์ ว 23101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ภาคเรียนที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ลำดับ	หน่วยการเรียนรู้	เวลา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก คะแนน
<b>พันธุกรรม</b>		<b>15</b>	<b>ว 1.3</b>	
1 - 5	1. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม 2. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส 4. การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม 5. ความผิดปกติและโรคทางพันธุกรรม 6. เทคโนโลยีชีวภาพกับพันธุกรรม		ม 3/1  ม3/2 ม3/3 ม3/4 ม3/5 ม3/6 ม 3/7 ม 3/8 ม3/9 ม3/10 ม3/11	15
<b>สารและการเปลี่ยนแปลง</b>		<b>12</b>	<b>ว 2.1</b>	
6 - 9	1. สมบัติทางกายภาพของสาร 2. การใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกส์และวัสดุผสม 3. ปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาดูดและคายความร้อนการ เกิดสนิม 4. ประโยชน์และโทษปฏิกิริยาเคมี		ม 3/1 ม3/2 ม3/5 ม 3/7	10
<b>10</b>	<b>สอบกลางภาค</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>30</b>
<b>เทคโนโลยี</b>		<b>15</b>	<b>ว 4.1</b>	
11 - 15	1. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี 2. พัฒนาอาชีพในท้องถิ่น 3. แก้ปัญหาที่จำเป็นด้วยวิธีการที่หลากหลาย 4. การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย		ม 3/1 ม3/2 ม3/4 ม3/5	15
<b>วัฏจักรของสาร</b>		<b>12</b>	<b>ว 1.1</b>	

สัปดาห์	หน่วยการเรียนรู้	เวลา	ตัวชี้วัด	น้ำหนัก คะแนน
16 - 19	1. วัฏจักรน้ำ 2. วัฏจักรคาร์บอน 3. วัฏจักรไนโตรเจน 4. วัฏจักรฟอสฟอรัส 5. การรักษาสสมดุลของระบบนิเวศ		3/1 3/1 3/1 3/1 ม3/6	10
20	สอบปลายภาค	3	8	20
	รวม	60	18	100

### กิจกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้

#### 1. ความหมายของกิจกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้

กิจ, กิจ - [กิด , กิดจะ-] น. ชุระ, งาน (ป.กิจจ). กิจกรรม น. การที่ผู้เรียนปฏิบัติกรอย่างใดอย่างหนึ่ง (เพื่อการเรียนรู้) (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2542, น. 126)

กิจกรรม (activity) 1) การกิจที่ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนา ทั้งในและนอกชั้นเรียน 2) กระบวนการเรียนรู้หรือสร้างนิสัยที่มีลำดับขั้นตอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (พจนานุกรมศึกษาศาสตร์, 2555, น. 11)

การเรียนรู้ การเรียนรู้ คือ กระบวนการหรือวิธีการเรียนรู้ที่บุคคลใช้ในการสร้างความหมายของข้อมูลและสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ให้เกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ ความรู้สึกและพฤติกรรมที่พึงประสงค์ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่จากประสบการณ์และการฝึกหัดอบรมบ่มนิสัย ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ (พจนานุกรมศึกษาศาสตร์, 2555, น. 324)

ชนาธิป พรกุล (2555, น. 7) กิจกรรมการเรียนรู้ คือ งานที่ผู้เรียนทำแล้วเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยแสดงเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนกำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้

ทิตนา แวมณี (2558, น. 178 - 180) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นงานเฉพาะบุคคล ทำแทนกันไม่ได้ ครูที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ต้องเปิดโอกาสให้เขาได้มีประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตัวของเขาเอง

2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ต้องมีการใช้กระบวนการคิด สร้างความเข้าใจ ความหมายของสิ่งต่าง ๆ ดังนั้น ครูจึงควรกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดทำความเข้าใจ สิ่งต่าง ๆ

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม เพราะในเรื่องเดียวกัน อาจคิดได้หลายแง่หลายมุม ทำให้เกิดการขยาย เติมเต็มข้อความรู้ ตรวจสอบความถูกต้องของการเรียนรู้ตามที่สังคมยอมรับ ด้วย ดังนั้น ครูที่ปรารถนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคลอื่นหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

4. การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน เป็นความรู้สึกรื่นเริงเบิกบาน เพราะหลุดพ้นจากความไม่รู้ นำไปสู่ความใฝ่รู้ อยากรู้อีก เพราะเป็นเรื่องน่าสนุก ครูจึงควรสร้างภาวะที่กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้หรือคับข้องใจบ้าง ผู้เรียนจะหาคำตอบเพื่อให้หลุดพ้นจากความข้องใจและเกิดความสุขขึ้นจากการได้เรียนรู้ เมื่อพบคำตอบด้วยตนเอง

5. การเรียนรู้เป็นงานต่อเนื่องตลอดชีวิต ขยายพรมแดนความรู้ได้ไม่มีที่สิ้นสุด ครูจึงควรสร้างกิจกรรมที่กระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ไม่รู้จบ

6. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลง เพราะได้รู้มากขึ้นทำให้เกิดการนำความรู้ไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เป็นการพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับรู้ผลการพัฒนาของตัวเอง

สรุปได้ว่า กิจกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึงงานหรือภารกิจที่กำหนดขึ้น โดยครูผู้สอนเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้และสอดคล้องกับจุดประสงค์ของเนื้อหาและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้และกิจกรรม

## 2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

การพิจารณาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอนครั้งนั้น ๆ จำเป็นจะต้องให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544 , น. 166 - 170)

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริง หากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะขาดการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิดเพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน จำเป็นจะต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนและต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในชั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เพิ่มเติมให้สัมพันธ์กับ การสอนเนื้อหาใหม่หรือแนวความคิดใหม่หรือหลักการใหม่ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้ และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าจะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไร

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะเกิด การเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง

ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรม ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในชั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

2. ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับชั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไป จะใช้เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

3. ต้องกำหนดสิ่งที่จะช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลินหรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

4. ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้ และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเอง ก็จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ชั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลักเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้น ๆ ซึ่งถือว่าการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้อบรมของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนแต่ละครั้ง มีแนวทางในการปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่ามีพฤติกรรมตรงกับการเรียนรู้ชนิดใดนั้น จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงจะตัดสินได้ว่าจุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้น ๆ ตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลัก ตามชนิดการเรียนรู้นั้นให้บรรลุผล ตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง

2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกายและเจตคติ ในการตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิด

การเรียนรู้ก็ควรจะให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ จนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

### 3. ชั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงความรู้ ความคิด และทักษะทางกาย แล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพหรือหลักการหรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรจะตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกันโดยการอภิปรายหรือเขียนตอบ ก็ได้ตามความเหมาะสม แต่มิใช่ผู้สอนเป็นผู้สรุป เสียเอง ครูควรจะเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้นหรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดานบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้นผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้าทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากรายงาน ปฏิบัติงานตามโครงการ เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

ชานาธิป พรกุล (2555, น. 86 – 93) ได้อธิบายการเขียนองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีองค์ประกอบที่สำคัญครบถ้วนทุกองค์ประกอบ มีความสอดคล้องเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ผู้สอนสามารถตรวจสอบ ความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

การประเมินผล เป็นกระบวนการที่ใช้ในการตัดสินใจคุณภาพของพฤติกรรม สิ่งของหรือเหตุการณ์ โดมนำตัวเลขที่วัดได้มาเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานในการตัดสินคุณค่า เกณฑ์ที่ใช้ อาจแตกต่างกันไปตามสิ่งที่วัด ทั้งนี้ผู้สอนใช้การวัดผลและประเมินผลเพื่อสรุปผลการเรียนรู้และเพื่อ การแก้ไขปรับปรุงการสอนครั้งต่อไป

จึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบหลักของกิจกรรมการเรียนรู้ มี 3 ชั้นที่สำคัญ ได้แก่ 1) ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ชั้นสอน 3) ชั้นสรุปและองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) เรื่อง และเวลาที่ใช้สอน 2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระสำคัญ 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน 6) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้และ 7) การวัดและประเมินผล

## 3. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

### 3.1 การพัฒนา

แฟร์ (Freire, 1972) กล่าวถึง การพัฒนา ว่าเป็นการมีเป้าหมายที่ถูกต้อง ซึ่งมีความสำคัญมาก และเป็นสิ่งจำเป็นจนอาจกล่าวได้ว่าเป็นหนทางเพิ่มขึ้นที่มีค่า

โรเจอร์และเบอร์ด (Roger, & Burdge, 1972) ให้ความหมายการพัฒนา (Development) ว่า คือ รูปแบบหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ซึ่งแนวการเปลี่ยนแปลงทางสังคมนี้จะช่วยปรับปรุงโครงสร้าง องค์กรทางสังคมให้ดีขึ้น

สตรีเทน (Streeten, 1972) ให้ความเห็นว่า การพัฒนา ได้แก่ การมีความก้าวหน้า (Progress) ในมิติต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน คือ

1. ผลผลิต (Output) และรายได้ (Income)
2. สภาพของการผลิต (Conditions of Production)
3. ระดับความเป็นอยู่ (Level of Living) ซึ่งได้แก่ ภาวะโภชนา ที่อยู่อาศัย เป็นต้น
4. ทศนคติ (Attitude) ต่อการทำงาน
5. สถาบันต่าง ๆ (Institutions) และนโยบาย (Policy)

สัญญา สัญญาวิวัฒน์ (2536) ให้ความหมายว่า “การพัฒนาคือการเปลี่ยนแปลงที่มีการกำหนดทิศทาง หรือการเปลี่ยนแปลงที่ได้วางแผนไว้แน่นอนล่วงหน้า ซึ่งทิศทางที่กำหนดขึ้นจะต้องเป็นของดีสำหรับกลุ่มหรือชุมชนที่สร้างขึ้น”

สถาบันส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ ให้ความหมาย การพัฒนาหมายถึง ความเจริญก้าวหน้าโดยทั่ว ๆ ไป เช่น การพัฒนาชุมชน พัฒนาประเทศ คือการทำให้ดีขึ้น เจริญขึ้น สนองความต้องการของประชาชนส่วนใหญ่ให้ได้ดียิ่งขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า “การพัฒนา” เป็นกระบวนการเคลื่อนไหวจากสภาพที่ไม่น่าพอใจไปสู่สภาพที่น่าพอใจการพัฒนา เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่หยุดนิ่ง

จากข้อมูลที่มีผู้ให้ความหมายของการพัฒนา สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนา หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างมีแบบแผนเพื่อให้ลักษณะเดิมเปลี่ยนไปเป็นลักษณะใหม่ที่ดีขึ้น

จากความหมายของการพัฒนาและกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประสบการณ์รวมถึงสื่อการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และองค์ความรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ กิจกรรมการเรียนรู้ควรมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้

#### 4. การกำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพและการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้นได้มีนักการศึกษาได้กำหนดไว้หลายท่าน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดหลักการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพและการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 7 - 20) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

#### 4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7) ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ (Ratio between input , process and output)

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน ดังนี้ 1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และ 2) ทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อ ตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดีและการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

#### 4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะ ตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่า ค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E2

#### 4.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้น เป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ (Try out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในระบบเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก



1. ชั้นการหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว)

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. ชั้นการหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม)

เป็นการทดสอบกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนเก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้ คะแนนของผู้เรียน จะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์

3. ชั้นการหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม)

เป็นการทดสอบกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 - 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 496 - 497) เมื่อทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ภาคสนามแล้ว ให้เทียบค่า E1/E2 ที่หาได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ E1/E2 เกณฑ์เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าแปรปรวน 2.5 - 5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5% ก็สามารถยอมรับได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพการยอมรับ ประสิทธิภาพการเรียนรู้ มี 3 ระดับ คือ 1) สูงกว่าเกณฑ์ 2) เท่าเกณฑ์ และ 3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่า มีประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมการศึกษาภายหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผลจะเป็นประการใด โดยที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้ รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น. 57 - 59)

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคล ที่มีลักษณะคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่า การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมนั้น มีความเกี่ยวข้องสร้างแรงจูงใจให้กับ บุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของ คุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้าย กับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คนแบ่งเป็น มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คนในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้จำนวนกลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E1/E2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมี 3 เกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจาก สามเกณฑ์นี้ มีหลักพิจารณาว่าถ้านวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้าเนื้อหาสาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนมีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากนี้ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการที่กล่าวมาแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ก็คือ พื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมาย ด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาผู้วิจัยจึงได้นำขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมตามที่ได้กำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวรัตน์ บัณฑิต (2552) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ การหาประสิทธิภาพโดยเน้นกระบวนการและผลลัพธ์ และกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีค่าเป็น 75/75

## การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

### 1. ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้พบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้าย ผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียน การสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงาน ของ

นักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาและใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

Sun, & Trowbridge (1973 อ้างถึงใน พิธูลาวัฒน์ ศุภอุทุมพร, 2559, น. 14) ได้สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองและได้พัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถใช้ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด เป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง

Martin (1997 อ้างถึงใน ไอนิง เจ๊ะเหลาะ, 2556, น. 40) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้นั้น ไม่ใช่เป็นเพียงแค่ครูให้ความรู้กับนักเรียนเพียง ฝ่ายเดียว บ่อยครั้งที่นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ครูควรเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้ลงมือสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง วางแผนวิธีการจะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ที่เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ คิดวิธีการหาความรู้ให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ มีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการรวบรวมความหมายสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยทักษะและเทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

## 3. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการสอนแบบ Inquiry มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle หรือ 5 อี ได้แก่ Engage, Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate (ภาวนา เรียมริมมะตัน, 2554, น. 58)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2546) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่ว หรือ ทำทนายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการศึกษา ค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูลเล่าเรื่องจากเหตุการณ์ ให้ค้นคว้าจากการอ่านเรื่อง อภิปราย พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. **ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration)** นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้าวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)**

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้

วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามธรรมชาติ ของนักการศึกษาและของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น มีการจัดกิจกรรมที่ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล

## เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality)

### 1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Augmented Reality (AR) มีนักวิชาการกล่าวถึงความหมายไว้ ดังนี้

เทคโนโลยี AR ย่อมาจากคำว่า Augmented Reality สำหรับประเทศไทยพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์คำว่า Augmented Reality เป็นภาษาไทยว่า “ความเป็นจริงเสริม” (สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน, 2544) นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการได้เรียกชื่อไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Ronald Azuma (1997) Augmented Reality หรือ AR เป็นการรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน (real+virtual) มีการเป็นการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (real time) และ เป็นการทำงานด้วยระบบ 3D Paul

Milgram, & Fumio Kishino (1994) AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่เสมือนอย่างไรก็ตามความหมายของARยังไม่มีนิยามที่แจ่มชัดแม้ว่าเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวางก็ตาม

Klopper, & Squire (2008 อ้างถึงใน ดุสิต ขาวเหลือง, 2561) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ผสมเอาโลกแห่งความจริงเชื่อมโยง กับโลกเสมือนจริงมารวมอยู่ในพื้นที่เดียวกันมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การผสมกันของวัตถุเสมือนและ วัตถุจริงในสภาพแวดล้อมที่แท้จริง มีการโต้ตอบได้ทันที (Real time) การกำหนดตำแหน่งระหว่างวัตถุจริงและวัตถุเสมือน

พินดา ต้นสิริ (2553, น. 169 - 170) เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริง เสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพ เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยี

เสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้าน อุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอ คอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอ โทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบ เสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

จากความหมายที่รวบรวมสรุปได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality หรือ AR) หมายถึง การผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริงเข้ากับโลกของความจริง โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน (Smart phone) โดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งในรูปแบบสามมิติ สองมิติ หรือ วิดีโอ มาซ้อนทับเพื่อให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวบนภาพนิ่งที่ส่อง

## 2. กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง

พนิดา ตันสิริ (2553) กล่าวถึงการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยใช้อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

1. เออาร์โคด (AR Code) หรือสัญลักษณ์ที่เรียกว่า มาร์คเกอร์ (Marker) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของ วัตถุ
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ ทำหน้าที่จับสัญญาณที่เข้ามาตำแหน่งของเออาร์โคด แล้วผ่านส่วนส่งข้อมูลเข้าไปยังซอฟต์แวร์ (AR Engine)
3. AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่อ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ เช่น การติดตามทิศทาง (Tracking) การผสมภาพ 3 มิติและภาพจริงให้เหมือนภาพเดียวกัน (Rendering) การจัดการความเข้มของแสง
4. แสดงผล (Display) ใช้จอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ส่วนส่งข้อมูล นำภาพส่งเข้ามาส่งมาให้ใน รูปแบบของภาพหรือวิดีโอหรืออีกวิธีหนึ่ง เราสามารถรวมกล้อง AR Engine และ จอภาพเข้าด้วยกันในอุปกรณ์ เดียว เช่น โทรศัพท์มือถือ หรืออื่น ๆ

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556, น. 16) กล่าวไว้ว่า หลักการทำงานของสื่อเทคโนโลยีเสมือน ผสานโลกจริง ประกอบด้วย

1. ตัว Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพ คอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ
4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพ หรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่ออื่นนั้นต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของ การประมวลผลภาพนั้น เป็นส่วนเสริมจากงานวิจัย ซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI) ในการสื่อสารอันกับผู้ให้บริการผ่านสีและรูปภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง มีหลักการทำงานโดยสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และ การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker - less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

1. Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
2. กล้องวิดีโอ เว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3. ส่วนการแสดงผลภาพ เช่น จอภาพจากอุปกรณ์แสดงผล
4. ซอฟต์แวร์ส่วนประมวลผลเพื่อวัตถุแบบสามมิติ object 3D

สรุปได้ว่า กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีหลักการทำงานอยู่ 4 ส่วน ประกอบด้วย

1. AR Marker คือส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนให้กับคอมพิวเตอร์
2. กล้อง Web Cam หรือกล้องแสดงภาพจริงทำการจับภาพ AR Marker เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งบรรจุโปรแกรมที่ทำการวิเคราะห์หา AR Marker จากนั้นเลือกวัตถุเสมือนที่ตรงกับ AR Marker
4. หน้าจอแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลสิ่งแวดล้อมในเวลาจริงและวัตถุเสมือนที่คอมพิวเตอร์ได้วางขึ้นไว้มาแสดง

## การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

### 1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง การสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการบูรณาการโดยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ผู้เรียนสามารถนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือ สมาร์ทโฟน (Smart phone) มาใช้ในการเรียนโดยการส่งภาพนิ่งด้วยแอปพลิเคชัน AR แล้ว เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ทโฟน (Smart phone)

### 2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Engagement)**  
ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ
2. **ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Exploration)**  
ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง นักเรียนสามารถนำสมาร์ทโฟน โดยใช้แอปพลิเคชัน AR สแกนลงบนรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนก็จะปรากฏวิดีโอขึ้นมาบนหน้าจอสมาร์ทโฟน
3. **ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Explanation)**
  - 3.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจและสงสัย
  - 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเนื้อหาโดยครูกล่าวเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในประเด็นที่ขาดและอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)**  
ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม แล้วนำเสนอในรูปแบบ Mind map พร้อมทั้งอธิบายสาเหตุ อากาการและการรักษา
5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)**
  - 5.1 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
  - 5.2 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
  - 5.3 รายงานผลการปฏิบัติการ
  - 5.4 Mind map



## แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

### 1. ความหมายของมโนทัศน์ทั่วไป

คำว่า “มโนทัศน์” มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept” ซึ่งเดิมมีการใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ มโนคติ ในที่นี้ใช้ คำว่า “มโนทัศน์” โดยได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “มโนทัศน์” ไว้ดังนี้

เจ พี กิลฟอร์ด (1952 อ้างถึงใน ศิวลี ส่งบุญ , 2538 หน้า 7) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ เป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่ได้รับจากประสบการณ์ในการพบเห็นสิ่งต่าง ๆ แล้วใช้ลักษณะที่มีร่วมกันจัดจำแนกเป็นกลุ่ม เป็นพวก เช่น เมื่อมองเห็นแมวหลายตัวก็สามารถจำลักษณะที่มีร่วมกันของแมวได้ แสดงว่าเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับแมวขึ้นแล้ว”

คาร์เตอร์ วี กูด (1973 อ้างถึงใน ศิวลี ส่งบุญ, 2538, น. 7) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการดังนี้

1. ความคิด หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความรู้สึนึกคิด ความเห็น ความคิด และมโนภาพ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517, น. 16) ได้กล่าวถึงความคิดรวบยอดไว้ว่า ความคิดรวบยอดของสิ่งใด ก็คือ main idea ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้น ในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย(2525 อ้างถึงในวารสาร ธีรสิริ , 2533 หน้า 11) ให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลาย ๆ แบบแล้วใช้ คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใด สิ่งหนึ่ง

กรรณิกา แจ่มพินใจ (2535, น. 9) ได้กล่าวไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจ ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยได้รับประสบการณ์ในอดีตแล้วนำมาประมวลเพื่ออธิบายลักษณะ จนเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้น

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 อ้างถึงใน จริฎญา แก้วจัน, 2558, น. 13) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้ว ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุป หรือคำจำกัด ความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มี ความเชื่อมโยง

ต่อเนื่องกัน มโนทัศน์หนึ่ง ๆ อาจเกิดมาจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากล มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียน มีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนยิ่งขึ้น

วาริรัตน์ แก้วอุไร (2543, น. 47) ได้ให้ความหมายของคำว่า “มโนทัศน์” คือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือประสบการณ์ต่าง ๆ โดยการนำเอาการรับรู้ (Perception) มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่มีอยู่ของแต่ละบุคคล การที่บุคคลจะเกิดมโนทัศน์ในสิ่งใด บุคคลนั้นจะต้องเข้าใจความหมายของสิ่งนั้นอย่างแท้จริงและฝังแน่นในใจ ไม่ใช่เพียงท่องจำได้

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า Concept, มโนทัศน์, ความคิดรวบยอด ไว้ว่า ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วม ที่สำคัญของสิ่งนั้นซึ่งขาดไม่ได้ หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น เช่น ดอกไม้ทุกชนิด มีลักษณะร่วม คือ มีกลีบดอก เกสร และก้านดอก บุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกเป็นสัตว์ปีกบินได้ บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกมีอิสระเสรีที่จะบินไปได้ไกล บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกเป็นสัตว์เลือดอุ่น

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

## 2. ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

อี แอล คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971 อ้างถึงใน ศิวลี ส่งบุญ, 2538, น. 10) กล่าวว่า “มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า มโนทัศน์นั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ”

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 อ้างถึงใน ศิวลี ส่งบุญ, 2538, น. 11) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับ มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนทัศน์หนึ่งอาจจะเกิดจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้นมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังเป็น มโนทัศน์ที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เน้นหนักในเชิงปริมาณ มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและเข้าใจความรู้ในระดับสูงอย่างแจ่มแจ้งแล้ว มโนทัศน์เกี่ยวกับ ที่เป็นเหตุผลซึ่งกันและกันยังช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ด้วย

กรณีศึกษา แจ็งหมื่นไวย (2535, น. 11) ได้กล่าวไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจ ซึ่งได้ศึกษาข้อเท็จจริง และหลักการในทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์ (2550, น. 23) ได้สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า คือ ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์เห็นด้วย

จากความหมายของคำว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมานี้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุป ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มาประมวลสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล

### 3. องค์ประกอบของมโนทัศน์

บรูเนอร์ Bruner (n.d. อ้างถึงใน นภาพร แถวโนนจิว, 2537) กล่าวว่า มโนทัศน์ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้

1. ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่มหรือหมวดหมู่ของประสบการณ์โดยใช้ลักษณะเฉพาะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตัวอย่างชื่อมโนทัศน์ ได้แก่ ผลไม้ รัฐบาล เป็นต้น จะเห็นว่า สิ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันอาจแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย เช่น ผลไม้มีหลายชนิด บ่อยครั้งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจมโนทัศน์ โดยไม่รู้จักชื่อมโนทัศน์ เด็กเล็ก ๆ มักจัดผลไม้ต่าง ๆ อยู่ในประเภทเดียวกัน โดยมีเหตุผลว่าสิ่งเหล่านี้สามารถรับประทานได้ ซึ่งลักษณะเฉพาะดังกล่าวเป็นการอธิบาย มโนทัศน์แทนที่จะระบุชื่อมโนทัศน์ อย่างไรก็ตามถ้ารู้มโนทัศน์แล้วก็ไม่ยากที่จะเรียนรู้ชื่อของมโนทัศน์

2. ตัวอย่าง (Examples) หมายถึง ส่วนหนึ่งของการรู้มโนทัศน์ (Knowing Concept) คือการระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ถูกต้องและแยกสิ่งใกล้เคียง แต่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

3. คุณลักษณะเฉพาะ (Attributes) หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมู่เดียวกัน แต่ต้องระวังอย่าใช้ลักษณะที่ไม่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัวอย่าง เช่น เรามักเห็นป้ายบอกราคาติดอยู่ที่ผลไม้แต่ละชนิดแต่เราทราบว่ายาราคานี้ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ที่ทำให้เราแยกผลไม้ออกจากอาหารหรือสินค้าอย่างอื่นได้ เราจึงเรียกป้ายราคาผลไม้ว่าเป็นลักษณะที่ไม่สำคัญของผลไม้ที่เราพบในตลาดมโนทัศน์ส่วนมากมีลักษณะบางอย่างที่มักเกี่ยวข้องด้วย แต่ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ คนจะเรียนรู้มโนทัศน์ได้ในระดับใดขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา

4. คุณค่าของลักษณะเฉพาะ (Attribute Values) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะเฉพาะนั้นเราพบว่าลักษณะเฉพาะอย่างมีคุณค่าหลายระดับ ฉะนั้นจึงต้องพิจารณาระดับของคุณค่าของลักษณะเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ด้วย เช่น เราจัดคลอรีนเป็นพวกสารพิษ แต่เราใช้คลอรีน

ในน้ำประปาในระดับหรือปริมาณที่ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้น น้ำประปาจึงไม่ใช่ตัวอย่างของน้ำที่เป็นพิษ ทั้งนี้เพราะไม่มีสารพิษมากพอที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่ถ้าน้ำมีคลอรีนมากจนเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ก็จัด เป็นตัวอย่างของน้ำที่เป็นสารพิษได้ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับ ความสูง ความเตี้ย ความเย็น ความร้อน ความเป็นมิตร ความเป็นศัตรู ล้วนเป็นมโนทัศน์ที่ใช้ระดับของลักษณะเฉพาะเป็นเกณฑ์ในการจำแนก บรูเนอร์ เรียกระดับ (Degree) และเรียกความมากน้อยของลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ว่าคุณค่าลักษณะเฉพาะ (Attribute Values)

5. กฎเกณฑ์หรือคำจำกัดความ (Rule or Definition) คือ การให้คำนิยามหรือข้อความที่เป็นรูปลักษณะที่สำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ เช่น นิยามของรูปสามเหลี่ยม คือรูปที่มีด้านสามด้าน นิยามของการปรุงอาหาร คือการเปลี่ยนแปลงวัตถุโดยใช้ความร้อนหรือความเย็นเป็นต้น การให้คำนิยามของมโนทัศน์ มักจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเกิดมโนทัศน์ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนสรุปลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมโนทัศน์ ที่ผู้เรียนได้ค้นพบการให้คำนิยามของมโนทัศน์ได้ถูกต้องจะสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจองค์ประกอบอื่น ๆ ของมโนทัศน์ ได้เป็นอย่างดี จึงกล่าวได้ว่าการที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์นั้น หมายความว่า ผู้เรียนสามารถระบุงองค์ประกอบทั้งหมดของมโนทัศน์ได้

#### 4. แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์แต่ละรูปแบบได้รับการพัฒนาและใช้โดยนักวิจัยเพื่อบ่งชี้มโนทัศน์ของผู้เรียน โดยทั่วไปเครื่องมือประเมินดังกล่าวมักเป็นแบบสอบวินิจฉัย (diagnostic test) ที่สร้างได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ (interview form) แบบสอบชนิดเขียนตอบ (open-ended test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ (ordinary multiple-choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (two-tier multiple-choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ (three-tier multiple-choice test) และแบบสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ (four-tier multiple-choice test) (Gurel, 2015) ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดต่างก็มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนั้น การใช้ต้องตระหนักถึงข้อดีและข้อเสียดังกล่าวเพื่อที่จะได้นำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ แต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้ (วันเพ็ญ คำเทศ, 2560)

1. แบบสัมภาษณ์ (interview form) การสัมภาษณ์มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบความรู้สึกนึกคิดของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ลักษณะสำคัญของการสัมภาษณ์ คือ ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลเชิงลึก แต่ต้องใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี นอกจากนี้ อคติของผู้ให้สัมภาษณ์ยังมีผลต่อข้อมูลที่เก็บรวบรวม และที่สำคัญการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ค่อนข้างยุ่งยาก

2. แบบสอบชนิดเขียนตอบ (open –ended test) แบบสอบชนิดเขียนตอบแบบปลายเปิดนิยมใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสร้างได้ง่ายเพราะมีเพียงข้อคำถามเท่านั้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้ตามแนวคิดของตนเอง ผู้ทำแบบสอบชนิดนี้ต้องใช้เวลาในการคิดและเขียนคำตอบ แต่การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นทำได้ยาก เนื่องจากอุปสรรคเกี่ยวกับการใช้ภาษาที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักขาดความกระตือรือร้นในการตอบให้ได้ใจความที่ครบถ้วนสมบูรณ์

3. แบบสอบชนิดเลือกตอบ (ordinary multiple –choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อเสียของแบบสัมภาษณ์และแบบสอบชนิดเขียนตอบแบบปลายเปิดเกี่ยวกับการตรวจให้คะแนน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ซึ่งแบบสอบชนิดเลือกตอบสามารถบ่งชี้มโนทัศน์ของผู้เรียนที่เป็นข้อมูลเชิงลึกและใช้วัดมโนทัศน์ได้อย่างกว้างขวางและครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน นอกจากนี้ แบบสอบชนิดเลือกตอบยังมีข้อดีอีก 7 ประการ ดังนี้

- 1) สามารถวัดความรู้ของผู้เรียนได้หลายหัวข้อในระยะเวลาอันสั้น
- 2) เป็นข้อสอบอเนกประสงค์ หมายความว่า สามารถวัดได้หลากหลายทั้งระดับการเรียนรู้และทักษะทางปัญญาต่าง ๆ

- 3) สามารถตรวจให้คะแนนที่เห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม
- 4) ใช้เวลาน้อยในการตรวจให้คะแนน
- 5) เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาแต่เขียนไม่เก่ง
- 6) เหมาะสมต่อการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ
- 7) ให้ข้อมูลเชิงวินิจฉัยความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียนได้อย่างหลากหลาย

4. แบบสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (two –tier multiple –choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อเสียของแบบสอบชนิดเลือกตอบโครงสร้างของแบบสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามและส่วนของคำตอบซึ่งมี 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นตัวเลือกที่เป็นคำตอบและตัวลวง และส่วนที่สองเป็นตัวเลือกที่เป็นเหตุผลที่ใช้ในการตอบส่วนแรก ผู้เรียนจะได้คะแนนก็ต่อเมื่อตอบถูกต้องทั้งคำตอบและเหตุผล สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์ และการให้ผู้เรียนทำแบบสอบชนิดเขียนตอบ แต่เนื่องจากผู้เรียนอาจมีเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดให้ จึงมีการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มบรรทัดว่างไว้ให้ผู้ตอบเติมเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ แบบสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ ช่วยให้การตอบของผู้เรียนนั้นง่ายขึ้น และการมีเหตุผลให้เลือกประกอบคำตอบนั้นยังเป็นการลดการเดาคำตอบของผู้เรียน เนื่องจากทั้งคำตอบและเหตุผลต้องสอดคล้องกัน ผู้ตอบจึงจะได้คะแนน อย่างไรก็ตาม แบบสอบชนิดนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในการจำแนกว่าการที่ผู้เรียนตอบผิดนั้นเป็นเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

5. แบบสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ (three –tier multiple –choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแบบสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ โดยการเพิ่มส่วนที่ 3 ของส่วนคำตอบของข้อสอบซึ่งเป็นการให้ผู้ตอบเลือกว่ามั่นใจหรือไม่มั่นใจในคำตอบที่เลือกในส่วนที่ 1 (ตัวเลือกซึ่งเป็นคำตอบและตัวลวง) และส่วนที่ 2 (ตัวเลือกซึ่งเป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือกในส่วนที่ 1) ผู้ตอบจะได้คะแนนก็ต่อเมื่อตอบส่วนที่ 1 และ 2 ได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจ สำหรับผู้ตอบที่ตอบผิดทั้งส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 อย่างมั่นใจ แสดงว่ามีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแต่ถึงกระนั้น ระดับความมั่นใจในส่วนที่ 3 นี้ ก็ไม่ได้บอกว่าคุณมั่นใจในคำตอบ ส่วนที่ 1 หรือ 2 ดังนั้น แบบสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับนี้ก็ยังไม่สามารถจำแนกว่าการที่ผู้เรียนตอบผิดนั้นเป็นเพราะมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

6. แบบสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ (four –tier multiple –choice test) แบบสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแบบสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ โดยการเพิ่มระดับความมั่นใจของการตอบต่อจากคำตอบส่วนที่ 1 ทำให้โครงสร้างของข้อสอบในส่วนของคำตอบมี 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นตัวเลือกของคำตอบและตัวลวง ส่วนที่ 2 เป็นระดับความมั่นใจของส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 เป็นตัวเลือกของเหตุผลที่ใช้ในการตอบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 4 เป็นระดับความมั่นใจของส่วนที่ 3 ผู้ตอบที่ตอบถูกทั้งส่วนที่ 1 และ 3 ด้วยความมั่นใจ (ส่วนที่ 2 และ 4) จะได้คะแนนในข้อนั้น ส่วนผู้ที่ตอบผิดทั้งส่วนที่ 1 และ 3 ด้วยความมั่นใจ (ส่วนที่ 2 และ 4) จะวินิจฉัยได้ว่ามีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในข้อนั้น สำหรับคำตอบอื่นที่นอกเหนือจากนี้ จะวินิจฉัยได้ว่าไม่มีความรู้ในข้อนั้น ๆ หรือหากตอบแล้วขัดแย้งกัน จะวินิจฉัยว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในข้อนั้น

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540 หน้า 21) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ในการสำรวจมีโนทัศน์ โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน ดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 เป็นการถามแนวคิดในเนื้อหาวิชา

ตอนที่ 2 เป็นการถามเหตุผลที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1

ดังตัวอย่าง หัวใจห้องใดที่มีผนังหนามากที่สุด

ก. Right ventricle

ข. Right atrium

ค. Left ventricle

ง. Left atrium

เหตุผล คือ .....

.....

.....

ดังนั้นผู้วิจัย ได้เลือกใช้วิธีวัดมโนทัศน์รูปแบบ The two-tier test โดยออกแบบให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา จำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุน คำตอบในข้อที่ 1 เนื่องจากมีความสะดวกในการวัดและประเมินมโนทัศน์ของนักเรียนว่ามีมโนทัศน์ที่ ถูกต้องและมีองค์ประกอบครบถ้วนหรือไม่

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540, น. 25) ได้จัดเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์เป็นรายข้อ โดยจัดได้ 5 กลุ่ม ตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

1. ความเข้าใจที่ สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด ให้ 3 คะแนน
2. ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน
3. ความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน บางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน
5. ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถามให้ 0 คะแนน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้สร้างแบบทดสอบ เพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์และความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียน แบบทดสอบเป็นแบบให้นักเรียนเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้น มาจัดลำดับแนวความคิด โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. แนวความคิดที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้อง ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด
2. แนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวคิด
3. แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึงคำตอบนักเรียนถูก แต่การให้เหตุผล มีบางส่วน ถูกต้องและบางส่วนผิด
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

จากการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัย ได้เลือกใช้วิธีวัดมโนทัศน์รูปแบบ The two-tier test โดยออกแบบให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุน คำตอบในข้อที่ 1 เนื่องจากมีความสะดวกในการวัดและประเมินมโนทัศน์ของนักเรียนว่ามีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมืองค์ประกอบครบถ้วนหรือไม่

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

เชษฐ์ เกษกุล (2558) ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความคงทน ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมิน ตามสภาพจริง เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 78 คน จากโรงเรียน มัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 1 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 4 ชนิด ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความพึงพอใจผลการวิจัย พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง มีประสิทธิภาพ 92.79/89.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์และประสิทธิผลผล เท่ากับ 0.7636 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และ มีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 99



จริญญา แก้วจิ้น (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและใช้ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการดำรงชีวิต ของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเพื่อศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอน แบบสืบเสาะหาความรู้กลุ่มเป้าหมายในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนวัดเมืองสาทร อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 1 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 8 แผน ใช้เวลาแผนละ 2 ชั่วโมง รวมเวลา 16 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การผ่านของโรงเรียนที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 65 ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 8 แผน สามารถพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ได้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 72.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์

ไชยา พรหมโส (2559) ได้ศึกษา เรื่อง ความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนคติเรื่อง รูปร่างและสภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อ ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและมโนคติเรื่องรูปร่างและผิวโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ (เออาร์) ความก้าวหน้าทางการเรียนประเมินทั้งแบบทั้งชั้นเรียนและรายบุคคลมโนคติวิทยาศาสตร์ รวมถึง มโนคติที่คลาดเคลื่อนได้รับการประเมินทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คนใช้เวลาจำนวน 180 นาที เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรมและแบบสัมภาษณ์ แบบไม่มีโครงสร้างพบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแบบทั้งชั้นอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเท่ากับ 0.64 จำนวนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไปถึงระดับสูง มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 90.9 ระหว่างเรียนนักเรียนเขียนรูปร่างโมเลกุลจากเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ได้ถูกต้อง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนใช้สมาร์ตโฟนในทางสร้างสรรค์และ ในทางด้านการศึกษา

วรรณภา พุทธสอน (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เกมเรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เกม เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้าเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่ระกาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 27 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ดำเนินตามแบบแผนการวิจัย One Group Pretest - Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เกม เรื่องแม่เหล็กและไฟฟ้าเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เกม เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า เป็นชุดสื่อประสมที่มีองค์ประกอบความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อนำไปหาดัชนีประสิทธิผล พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ชุด มีค่าเท่ากับ 0.6582-0.7125 และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียน วังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี จำนวน 35 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 29 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 9 แผนและแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 34 ข้อโดยทดสอบนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อสอนครบทุกแผนแล้วทดสอบนักเรียนหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเข้าใจมโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนติก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียน

มีมีโนมิตีที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโนมิตีเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโนมิตีเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 21.66 และ 65.09 คะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศักดิ์ศรี สุภาพร (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจโนมิตีเรื่อง สารละลาย ด้วยการทดลองแบบสืบเสาะร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาคสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจโนมิตี เรื่อง สารละลาย ด้วยการทดลองแบบสืบเสาะร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาค โดยมีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งได้จากการเลือก แบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทดลองเคมีแบบสืบเสาะ ร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาค จำนวน 10 ชั่วโมง และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโนมิตีแบบปรนัยห้าตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ และการวาดภาพเมนทอลโมเดลความแสดงความเข้าใจระดับอนุภาคเกี่ยวกับสารละลาย จากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความเข้าใจโนมิตีพบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจโนมิตีหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นักเรียนที่มีความเข้าใจโนมิตีถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเป็น 72.37

รุ่งทิวา จันทร์สุข (2565) ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาคะแนนพัฒนาการของการคิดเชิงระบบ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิด เชิงระบบของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย มหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 31 คน ได้จากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม จำนวน 6 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง 2) บอร์ดเกม จำนวน 6 บอร์ดเกม 3) แบบทดสอบ

วัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 20 ข้อ มีค่า ความยากง่ายตั้งแต่ 0.39-0.71 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29-0.64 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.73 4) แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตรการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E1/E2) และหาค่าคะแนนพัฒนาการ ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.90/81.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม มีพัฒนาการของการคิดเชิงระบบโดยเฉลี่ย ร้อยละ 63.10 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.88

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

บาสแมน ทอมโป (Basman Tompo, 2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อลดความเข้าใจผิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อลดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ งานวิจัยนี้เป็น R&D (การวิจัยและพัฒนา) การทดลองใช้แบบจำลองการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดำเนินการในสองชั้นเรียนที่แตกต่างกันใน ผลการศึกษา หลังการทดลองสองครั้งพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นถูกต้องใช้งานได้จริงและมีประสิทธิผล ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในประเภทปานกลาง กิจกรรมของนักเรียนในการเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จตามเวลาที่เหมาะสมและผลของแบบสอบถามของนักเรียนให้การตอบสนองเชิงบวกต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (DI) เพื่อลดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่ถูกต้อง ปฏิบัติได้จริงและมีประสิทธิผล

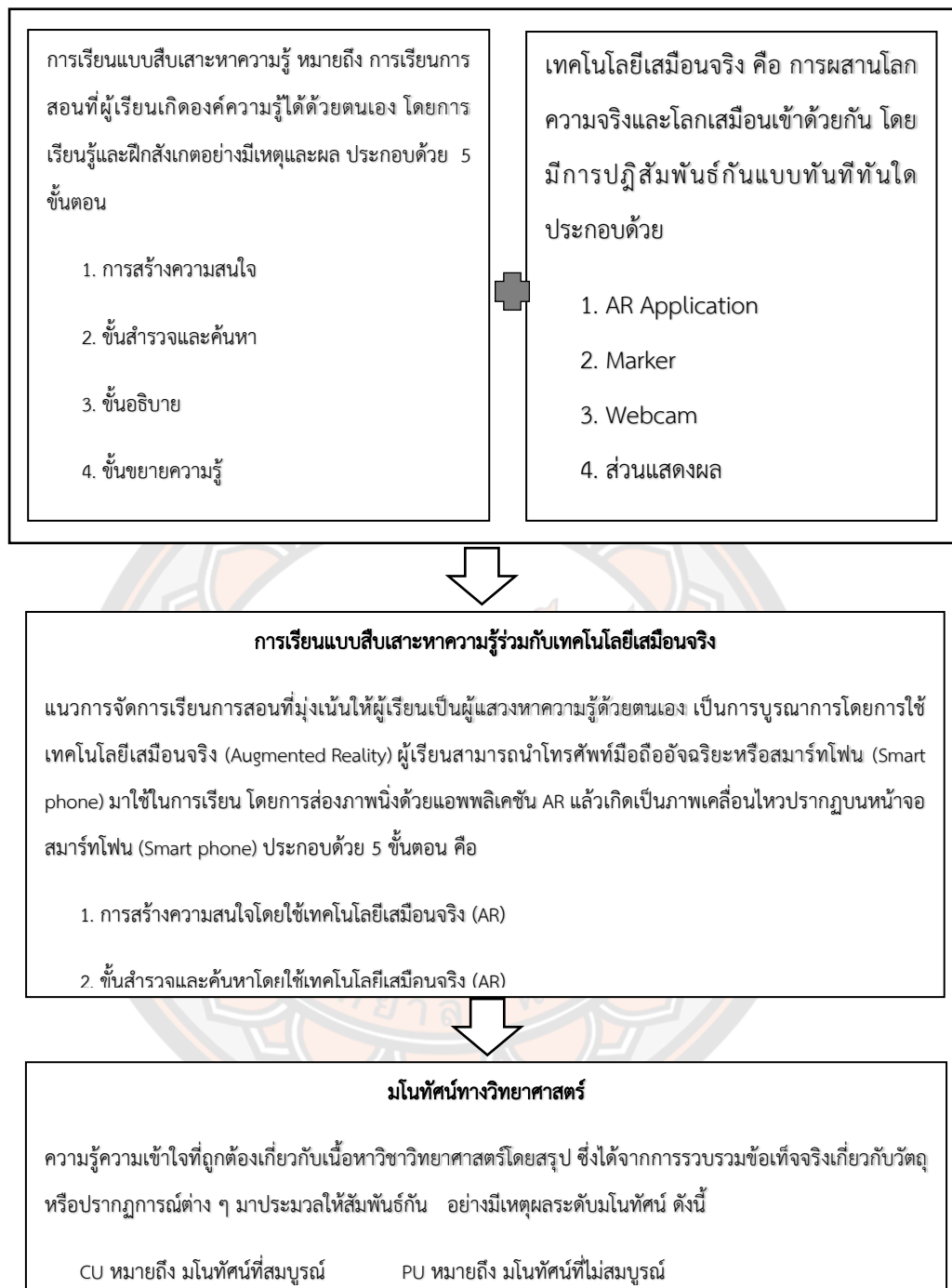
दनกร นินคาริน เอโฟรน (Danakorn Nincarean Eh Phon, 2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเสมือนจริง: ผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการบูรณาการ AR ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับประถมศึกษา 34 คนเข้าร่วมในการศึกษา การทดสอบก่อนและหลังเรียนใช้เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้ผ่าน AR ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า 82% ในกลุ่มนั้นมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเรียนรู้ผ่าน AR นักเรียนหลังเรียนส่วนใหญ่ (ประมาณ 88%) สามารถแก้ไขความเข้าใจผิดและเปลี่ยนไปมีความเข้าใจแนวคิด

ทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนรู้ผ่าน AR การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่า AR มีประสิทธิผลที่จะรวมเข้ากับการศึกษาเพื่ออำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

เมแกนน์ แคมป์เบล (Meghann Campbell, 2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 E เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ โดยการทดสอบหลังเรียนนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจได้ด้วยตนเองและได้รับการประเมินผ่านการทดสอบหลังเรียน ข้อสรุปจากการศึกษา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับแรงและแนวคิดการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ผลการสำรวจยังแสดงให้เห็นว่าหลังจากการศึกษาแล้วนักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าผ่านการเรียนการสอนตามตำรา

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ดังนี้





ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอน และรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80

**ขั้นตอนที่ 2** การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80

**ขั้นตอนที่ 1** การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ที่มีผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก

1.2 นางทัศนีย์ สัมมาวรรณ ครูวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านสักแห่งสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 ว่าที่ร้อยตรีหญิงสุทิสา เป้าใหญ่ ครูวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านเนินสง่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จังหวัดเพชรบูรณ์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 27 คน ดังนี้

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 3 คน เกณฑ์การจำแนกเป็น สูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อค้นหาข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 จำนวน 9 คน เกณฑ์การจำแนกเป็น สูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

#### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ความเหมาะสม ของกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่าความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม)
2. ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

#### การดำเนินการสร้างเครื่องมือ

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านตะแบะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกำหนดเนื้อหาที่ใช้สอนผ่านแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เสมือนจริง ซึ่งเนื้อหาที่เลือกอยู่ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 ม.3/4 ม.3/6 เรื่อง วัฏจักรของสาร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเวลาเรียนในแต่ละตัวชี้วัด ดังตาราง 1



ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้เพื่อกำหนดเวลาเรียน

สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
<b>สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ</b>	1. อธิบาย	ระบบนิเวศ	8
ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ความสัมพันธ์ของ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และ ผู้ย่อยสลาย อินทรีย์ในระบบนิเวศ	ประกอบด้วย องค์ประกอบที่มีชีวิต และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้	
	2. ตระหนักถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ	การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ อาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้ จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและทำลายสมดุลในระบบนิเวศ ดังนั้น การดูแลรักษาระบบนิเวศให้เกิดความสมดุล และ คงอยู่ตลอดไป จึงเป็นสิ่งสำคัญ	4

1.2 ศึกษาเอกสารงานวิจัย หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนแนวทางการจัดกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ จะประกอบไปด้วย 1) ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) วิธีดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมินผล

1.3 ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยกำหนดนิยามดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง การจัดการเรียนรู้เรื่อง วัฏจักรของสาร โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน เป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ผู้เรียนสามารถนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ตโฟน มาใช้ในการเรียนโดยการส่องภาพนิ่งด้วยแอปพลิเคชัน AR แล้วเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ตโฟน ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย การสอนตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

1.3.1 ขั้นสร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Engagement) เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR และตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ

1.3.2 ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Exploration) เป็นการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า โดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR

1.3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Explanation) เป็นการอภิปรายและสรุปเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นที่ขาดและประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง AR

1.3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม พร้อมทั้งอธิบายสาเหตุและการป้องกันรักษา

1.3.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการระบุสิ่งที่เรียนรู้และตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้โดยการวิเคราะห์แลกเปลี่ยน อภิปราย ประเมินปรับปรุง

1.4 กำหนดและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วัฏจักรของน้ำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัฏจักรไนโตรเจน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรฟอสฟอรัส

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ แล้วปรับปรุงแก้ไขก่อนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย (X) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงถือว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินสง่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง จำแนกเป็น เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.7 จัดทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริง

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรม โดยหาค่าเฉลี่ย (X) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดทำแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดความหมายของระดับความเหมาะสมดังนี้

5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.3 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 1. ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขออนุญาตเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

1.2 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

1.3 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปทดลองใช้

### 2. ข้อมูลจากการทดลองใช้ (Try out)

2.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า

2.2 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มาคำนวณหาประสิทธิภาพ

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน มาตรวจให้คะแนน

1.2 วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ 5 ระดับ ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์แปลผล ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 101)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ไม่น้อยกว่า 3.50 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากสูตร E1/E2 โดยพิจารณา ดังนี้

2.1 หาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการทำกิจกรรม ทำแบบฝึกหัดตอบคำถามของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม E1

2.2 หาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกิจกรรมการเรียนรู้ E2

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเหมาะสมองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง คำนวณได้จาก

1.1 ค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 105)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 106)

$$S. D = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S. D$  แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  แทน กำลังสองของคะแนนรวม  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง คำนวณได้จากสูตร  $E_1/E_2$  (รัตนะ บัวสนธ์, 2545, น. 103)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum X_2}{N} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X_1$  แทน คะแนนรวมของการทำใบงานและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน

$\sum X_2$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

A แทน คะแนนเต็มของใบงานและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนทุกชุดรวมกัน

B แทน คะแนนเต็มทั้งหมดของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

**ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่มีผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### แหล่งข้อมูล

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1 ปีการศึกษา 2565

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน 22 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

#### แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนหลัง ( One group Pretest Post test Design) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2544, น. 106)

Pretest	Treatment	Posttest
T1	X	T2

### สัญลักษณ์ที่ใช้รูปแบบในการทดลอง

X แทนค่า การทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

T1 แทนค่า ทดสอบก่อนการทดลอง

T2 แทนค่า ทดสอบหลังการทดลอง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ได้นำเสนอไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

#### การดำเนินการสร้างเครื่องมือ

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบวิธีวัดมโนทัศน์ รูปแบบ two-tier test โดยออกแบบให้ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาจำนวน 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ ในข้อที่ 1 จำนวน 40 ข้อ และคัดเลือกไว้ 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หนังสือคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ (สสวท.) หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรสาร

2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรสาร เพื่อสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ

3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. ทำการตรวจหาความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจาก ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว เสนอต่อที่ปรึกษาและคณะกรรมการตรวจพิจารณาอีกครั้ง จากนั้นนำมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียนเรื่อง วัฏจักรสารมาแล้ว เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

6. นำแบบทดสอบมาตรวจวัดความสามารถในการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปทดลองแล้ว นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก พร้อมคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยตัดไว้จำนวน 20 ข้อ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.88 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.95

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียน เรื่อง วัฏจักรของสาร มาแล้ว นำมาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์หาค่าความเชื่อมั่น

8. นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ตามวิธีการของครอนบาค (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ , 2538 หน้า 200) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ ไปเสนอต่อที่ปรึกษา

9. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขในเรื่องความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และวิธีการหาค่าตอบ แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อไป

#### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (pre - test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน

3. ดำเนินการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมครูผู้สอนจะทำการสังเกตและคอยช่วยเหลือเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมแล้วนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดของแต่ละกิจกรรม

การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เรื่องที่ 1 วัฏจักรน้ำ	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 วัฏจักรคาร์บอน	จำนวน 3 ชั่วโมง
เรื่องที่ 3 ไนโตรเจน	จำนวน 2 ชั่วโมง
เรื่องที่ 4 วัฏจักรฟอสฟอรัส	จำนวน 3 ชั่วโมง
ทดสอบก่อนเรียน	จำนวน 1 ชั่วโมง
ทดสอบหลังเรียน	จำนวน 1 ชั่วโมง

4. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับเดียวกับกับแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ

5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนโดย

1.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียน ถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมประกอบที่สำคัญแต่ละแนวความคิดให้ 3 คะแนน

1.2 มโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

1.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific misconception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน

1.4 ไม่มีมโนทัศน์ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือนักเรียนตอบไม่ตรงกับคำถาม ไม่ตอบ ตอบว่าไม่รู้ หรือเขียนทวนคำถามให้ 0 คะแนน และนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีทดสอบค่าที (t-test) สถิติ t – test แบบ Dependent

#### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, น. 164)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม

$\Sigma R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบ และแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 199-201)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ  $P_E$  แทน ดัชนีค่าความยากง่าย  
 $S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง  
 $S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำกว่าปานกลาง  
 $X_{max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด  
 N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำกว่าปานกลาง

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบ รายข้อ โดยใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 199-201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 $S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง  
 $S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำกว่าปานกลาง  
 $X_{max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด  
 N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำกว่าปานกลาง

4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมินและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร โดยใช้วิธีแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบาค (Conbach) (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, น. 179) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

$n$  แทน จำนวนข้อคำถาม

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

5. สถิติเชิงอ้างอิง โดยการใช้สถิติ  $t$  - test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, df = n - 1$$

เมื่อ  $D$  แทน ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$n$  แทน จำนวนคู่

$\mu_0$  แทน ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ได้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

โดยผู้วิจัยได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 เรื่องได้แก่ เรื่องที่ 1 วัฏจักรน้ำ เรื่องที่ 2 วัฏจักรคาร์บอน เรื่องที่ 3 วัฏจักรไนโตรเจน เรื่องที่ 4 วัฏจักรฟอสฟอรัส โดยแต่ละเรื่องใช้เวลา 3 ชั่วโมง รวมทั้ง 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**ตาราง 3 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน**

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจด้วยAR</b>	4.33	0.58	มาก
1. สามารถกระตุ้นความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนได้เหมาะสม			
2. สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา สถานการณ์ให้นักเรียนได้เหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยAR</b>			
สามารถกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายสืบค้นจากสื่อการเรียนเทคโนโลยีเสมือนจริง และสรุปประเด็นได้เหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยAR</b>	5.00	0.00	มากที่สุด
สามารถกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการนำเสนอผลการปฏิบัติภาระงานหน้าชั้นเรียนได้เหมาะสม			
<b>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้</b>	4.33	0.58	มาก
สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้สถานการณ์ใหม่ได้เหมาะสม			
<b>ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน</b>	4.67	0.58	มากที่สุด
สามารถกระตุ้นให้นักเรียนระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมได้เหมาะสม			
<b>รวมเฉลี่ยทั้ง 5 ขั้น</b>	<b>4.72</b>	<b>0.25</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตาราง 3 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชั้น จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวม มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.72$ )

ตาราง 4 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>ตัวชี้วัด</b>			
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านตัวชี้วัด</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสาระสำคัญ</b>			
3. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
5. มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
<b>รวมเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ</b>	<b>4.56</b>	<b>0.38</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
6. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
7. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสาระการเรียนรู้</b>			
9. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
10. เหมาะสมกับเวลาเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
11. เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
12. มีประโยชน์ต่อผู้เรียน	5.00	0.00	มาก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
13. มีความชัดเจนของเนื้อหา/กระบวนการที่ใช้	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้</b>	<b>4.89</b>	<b>0.19</b>	<b>มากที่สุด</b>
14. จัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>			
15. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
16. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
18. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
19. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
20. กิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เหมาะสมกับการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	4.33	0.58	มาก
21. มีกิจกรรมที่ชัดเจนและเหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58	มาก
22. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
23. เรียงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>	<b>4.78</b>	<b>0.22</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>			
24. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
25. ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
26. เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
27. สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยพัฒนานวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านเวลาเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
28. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้			
29. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>	<b>4.67</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้</b>			
	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
30. วัดผลประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			
31. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
32. มีการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย	4.67	0.58	มากที่สุด
33. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวิธีการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
34. เสนอวิธีวัดและเกณฑ์การวัดและประเมินผลอย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้</b>	<b>4.80</b>	<b>0.35</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>รวมแผนการจัดการเรียนรู้</b>	<b>164.35</b>	<b>7.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>รวมแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย</b>	<b>4.83</b>	<b>0.20</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตาราง 4 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 4 แผนจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.83$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่ามีค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านเป็นดังนี้

1. ด้านตัวชี้วัด มีค่าเฉลี่ย 5.00 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านสาระสำคัญ มีค่าเฉลี่ย 4.56 คือ มีความเหมาะสมมาก
3. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 5.00 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.89 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
5. ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.78 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
6. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 5.00 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
7. ด้านเวลาเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.67 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด
8. ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.80 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด

ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้



ตาราง 5 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				ร้อยละของคะแนน ทดสอบกิจกรรมหลังเรียน
กิจกรรม การเรียนรู้ที่ 1	กิจกรรม การเรียนรู้ที่ 2	กิจกรรม การเรียนรู้ที่ 3	กิจกรรม การเรียนรู้ที่ 4	ทดสอบหลังเรียน
77.78	81.85	84.44	86.67	80.00
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 82.69				ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 80.00
$E1/E2 = 82.69 / 80.00$				

จากตาราง 5 พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.69 และประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.00 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 82.69/80.00$  เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

**ขั้นตอนที่ 2 ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

1. ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การพัฒนา มโนทัศน์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นรายบุคคลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ดังนี้ ถ้าหลังจากการจัดกิจกรรมนักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 10 ข้อขึ้นไป จากทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่านักเรียนมีการพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร

**ตาราง 6 แสดงการพัฒนา มโนทัศน์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ที่	จำนวนข้อ										
	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10	ต่ำกว่า 10
จำนวนคน	0	1	2	3	5	2	3	2	2	2	0

จากตาราง 6 พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสารมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 100 ผ่านเกณฑ์

**ตาราง 7 แสดงระดับผลการศึกษา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ระดับมโนทัศน์ เรื่อง วัฏจักรของสาร	มโนทัศน์ก่อนเรียน	มโนทัศน์หลังเรียน	ผลต่าง
มโนทัศน์สมบูรณ์ CU	8.63	79.09	70.46
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ PU	0.45	16.59	16.14
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน PS	0.22	0.46	0.24
ไม่มีมโนทัศน์ NU	90.68	3.86	-86.82

จากตาราง 7 พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสาร มีนักเรียนจำนวนร้อยละ 100 ผ่านเกณฑ์ มีการพัฒนามโนทัศน์ โดยมีลักษณะ มโนทัศน์สมบูรณ์ CU คิดเป็นร้อยละ 79.09 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ PU คิดเป็นร้อยละ 16.59 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน PS คิดเป็นร้อยละ 0.45 และไม่มีมโนทัศน์ NU คิดเป็นร้อยละ 3.86

2. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดมโนทัศน์ก่อน และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การทดสอบ	N	ค่าเฉลี่ย	S.D	$\bar{D}$	T	P
ก่อนเรียน	22	1.91	1.23			
หลังเรียน	22	15.91	3.12	14.00	28.43 *	0.0000

\*  $p < 0.05$

จากตาราง 8 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเท่ากับ 1.91 และ 15.91 คะแนนตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องวัฏจักรสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติระดับ .05

## บทที่ 5

### บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนในการวิจัยและสรุปผลการวิจัย ดังนี้

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย

2.1 ศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**วิธีการผลการวิจัย** งานวิจัยนี้ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 ผู้วิจัยได้ทำ การออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีเสมือนจริง และหลักการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจด้วยAR ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยAR ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยAR ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล จากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยนำกิจกรรม

การเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านเนินสง่า จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

**ขั้นตอนที่ 2** การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลของตัวเลือก มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน องค์ประกอบของมโนทัศน์และแนวทางการวัดมโนทัศน์ จากนั้นสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว จึงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำแบบประเมินไปหาความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ปรกรณ์ ประจันบาน, 2552, น. 179) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น 0.97 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 4 กิจกรรมและดำเนินการวัด มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล และศึกษาผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรม

การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่มีผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านตะเบาะ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ นำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบที

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 การสร้างได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจด้วยAR 2) ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยAR 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยAR 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน จำนวน 4 เรื่อง คือ

เนื้อหาที่ 1 เรื่อง วัฏจักรน้ำ

เนื้อหาที่ 2 เรื่อง วัฏจักรคาร์บอน

เนื้อหาที่ 3 เรื่อง วัฏจักรไนโตรเจน

เนื้อหาที่ 4 เรื่อง วัฏจักรฟอสฟอรัส

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องวัฏจักรของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ภาพรวมพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.83$ , S.D. = 0.20)

1.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากที่ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินสง่า จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และเวลา พบว่า เนื้อหาและเวลา มีความเหมาะสม จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเนินสง่า จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า คะแนนระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 82.69 และคะแนนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 80.00 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร หลังจากนักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์เป็นรายข้อตั้งแต่ 10 ข้อขึ้นไป จากทั้งหมด 20 ข้อ ถือว่านักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ เรื่องวัฏจักรของสาร นักเรียนจำนวน 5 คน มีการพัฒนามโนทัศน์ มากที่สุด คือ จำนวน 15 ข้อ รองลงมานักเรียนจำนวน 3 คนมีการพัฒนามโนทัศน์ จำนวน 16 ข้อและมีจำนวนนักเรียน 2 คน ที่พัฒนามโนทัศน์น้อยที่สุดจำนวน 10 ข้อ และพบว่า นักเรียนทั้งหมด 22 คนมีการพัฒนามโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนามโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารที่เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีชิ้นงานที่สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนภาพ การเกิดวัฏจักรน้ำ แผนภาพการเกิดวัฏจักรคาร์บอน แผนภาพการเกิดวัฏจักรไนโตรเจน และแผนภาพการเกิดวัฏจักรฟอสฟอรัส

2.2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}$  = 4.83, S.D. = 0.20 และเมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 82.69/80.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ตามลำดับขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ และได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา ประกอบกับผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งเสริมสร้าง ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถให้ผู้เรียน บรรลุวัตถุประสงค์ตาม ตัวชี้วัด ด้านแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนตามวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ ซึ่งทำนองเดียวกับผลการวิจัย ของเชษฐ เกษกุล (2559) ที่ได้พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตาม สภาพจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.79/89.79 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 99

2. การใช้และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการ เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ทั้ง 4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักร ของ สาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนการ พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่า มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์มากที่สุดคือนักเรียนจำนวน 5 คน มีการพัฒนามโนทัศน์มากที่สุด คือ จำนวน 15 ข้อ รองลงมานักเรียนจำนวน 3 คนมีการพัฒนามโนทัศน์ จำนวน 16 ข้อและมีจำนวนนักเรียน 2 คน ที่ พัฒนามโนทัศน์น้อยที่สุดจำนวน 10 ข้อ และพบว่านักเรียนทั้งหมด 22 คน คิดเป็นร้อยละ 100 มีการ พัฒนามโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ ผลความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสารแบ่ง ระดับความเข้าใจมโนทัศน์พบว่า มโนทัศน์สมบูรณ์ CU คิดเป็นร้อยละ 79.09 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ PU คิดเป็นร้อยละ 16.59 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน PS คิดเป็นร้อยละ 0.45 และไม่มโนทัศน์ NU คิดเป็น ร้อยละ 3.86 ที่พบผลเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียน ได้มีการสืบค้นข้อมูลที่ชำนาญขึ้น นักเรียน สามารถใช้สื่อที่ครูพัฒนาได้ดีขึ้น นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มและภายในห้องเรียนมากขึ้นเมื่อ ปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นทำให้เกิดองค์ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษา มีการ ทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนและครู จึงทำให้



คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนา ที่มากขึ้นตามลำดับ ในขณะที่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีคะแนนน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนยังคงรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นผู้รับฟังมากกว่าที่จะสืบค้นข้อมูล เพื่อหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสารก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยศักดิ์ศรี สุภาจร (2559) พบว่า การพัฒนาความเข้าใจมโนคติเรื่องสารละลายด้วยการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาค สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเป็น 72.37 และทำนองเดียวกัน ดนกรณ นินการี เอโฟรณ (DanaKorn Nincarean Eh Phon,2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเสมือนจริง: ผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการบูรณาการ AR ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นักเรียนประถมศึกษา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนหลังเรียนส่วนใหญ่ ประมาณ 88% สามารถแก้ไขความเข้าใจผิดและเปลี่ยนไปมีความเข้าใจ ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนรู้ผ่าน AR การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่า AR มีประสิทธิผลที่รวมเข้ากับการศึกษาเพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่เข้าใจถูกต้อง

### ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงในแต่ละขั้นและตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและเหตุผล และเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตรงกันและถูกต้อง

2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญที่ควรพัฒนาต่อไป

3. ควรกระตุ้นให้เกิดความคิดและช่วยเหลือกันในกลุ่ม ควรเตรียมบทเรียนและสื่อที่เหมาะสมกับระดับทักษะความสามารถของนักเรียนซึ่งต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

4. ควรสอดแทรกปัจจัยคุณธรรมเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่ม การอยู่ร่วมกันในสังคม เพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเองมากขึ้น

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเปรียบเทียบระหว่างการสอนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับเนื้อหาอื่น เช่น โมเลกุล เซลล์ และธาตุ

2. ควรมีการสร้างและพัฒนาการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับประถมและมัธยมปลาย เพื่อส่งเสริมการพัฒนาโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์





บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรณีการ์ แจ้งหมื่นไวย. (2535). *การวิเคราะห์หมโนมติที่มีความ คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จริญญา แก้วจิ้น. (2559). *การพัฒนาหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนาธิป พรกุล. (2555). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชษฐ เกษกุล. (2558). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่เน้นการประเมินตามสภาพจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 21)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยา พรหมโส. (2559). *การศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและหมโนมติเรื่อง รูปร่างและสภาพผิวของโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ทิตนา แคมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2544). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นภาพร แถวโนนจิว. (2537). *การวิเคราะห์หมโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ม.ป.ท.: ม.ป.ท.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปกรณ์ ประจันบาน. (2552). *ระเบียบวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการพิมพ์.

- พนิดา ต้นสิริ. (2553). *โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality*. *Executive Journal*. สืบค้น 20 มกราคม 2565, จาก chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive\_journal/30\_2/pdf/aw28.pdf
- ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2550). *การศึกษาการเปลี่ยนมโนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องหน้าที่ยีนโดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มัทนา ศิริพรรณ. (2556). *การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการลำเลียงของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2556). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คำสมัย.
- โรงเรียนชุมชนแสงสงคราม “อัครคณารักษ์อุบลรัตน์”. (2560). *สรุปผลการดำเนินงานปีงบประมาณ 2560*. พิษณุโลก: โรงเรียนชุมชนแสงสงคราม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรม*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- รุ่งทิwa จันทร์สุข. (2565). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วรภรณ์ ธีรสิริ. (2533). *การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันเพ็ญ คำเทศ. (2560). *มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์: ประเภทและเครื่องมือประเมินวารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 10(2), 54-64.
- วารินทร์ แก้วอุไร. (2543). *เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนสาขาวิชาเฉพาะ (เคมี)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). *Augmented Reality ด้วยโปรแกรม Processing และ OneSpace3D*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ศักดิ์ศรี สุภาพร. (2559). การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่อง สารละลายด้วยการทดลองแบบสืบเสาะร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาคสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ศิริลี ส่งบุญ. (2538). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้อัตนวิสัยวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). การจัดการเรียนรู้อัตนวิสัยวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิริวรรณ สุวรรณอาภา. (2544). เอกสารการสอนชุดวิชาการเรียนการสอน Learning-teaching system (พิมพ์ครั้งที่ 14). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุคส์เซ็นเตอร์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางคึกษา.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ไอนิง เจ๊ะเหลาะ. (2559). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อัตนวิสัยแบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). นราธิวาส: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- Basman Tompo. (2016). The Development of Discovery-Inquiry Learning Model to Reduce the Science Misconceptions of Junior High School Students. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL & SCIENCE EDUCATION.

- Danakorn Nincarean Eh Phon. (2019). *Augmented reality: effect on conceptual change of scientific*. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. N.P.: n.p.
- D.W.F. van Krevelen, & R. Poelman. (2012). *A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations*. Systems Engineering Section, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Kangdon Lee. (2012). *Augmented Reality in Education and Training*. University of Northern Colorado.
- Lee, K. (2012). *Augmented reality in education and training Tech Trends*. N.P.: n.p.
- Meghann Campbell. (2019). *The Effects Of The 5e Learning Cycle Model On Students' Understanding Of Force And Motion Concepts*. University of Central Florida.
- Matthew "Hue" Henry. (2019). *Exploring the Efficacy of Using Augmented Reality to Alleviate Common Misconceptions about Natural Selection*. ARIZONA STATE UNIVERSITY.
- R Dianil. (2020). ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce) learning model with the pictorial riddle method: is it effective in reducing physics misconceptions?. *The 9th International Conference on Theoretical and Applied Physics*. N.P.: n.p.
- Ronald T. Azuma. (199). *A Survey of Augmented Reality*. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. N.P.: n.p.
- Ronald L. Miller, & Ruth A. Streveler. (2005). *Concept Inventories Meet Cognitive Psychology: Using Beta Testing as a Mechanism for Identifying Engineering Student Misconceptions*. Mary A. Nelson, Monica R. Geist University of Colorado/University of Northern Colorado.



ภาคผนวก

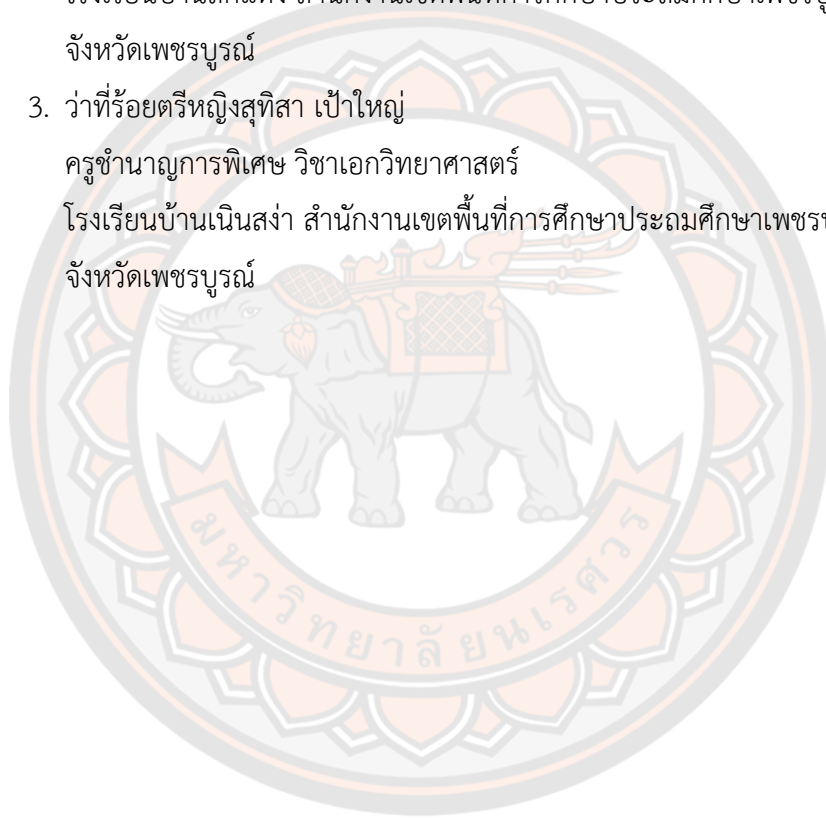
มหาวิทยาลัยนครพนม



## ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ  
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. นางทัศนีย์ สัมมาวรรณ  
ครูชำนาญการพิเศษ วิชาเอกวิทยาศาสตร์  
โรงเรียนบ้านสักแห้ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1  
จังหวัดเพชรบูรณ์
3. ว่าที่ร้อยตรีหญิงสุทิสสา เป้าใหญ่  
ครูชำนาญการพิเศษ วิชาเอกวิทยาศาสตร์  
โรงเรียนบ้านเนินสง่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์เขต 1  
จังหวัดเพชรบูรณ์

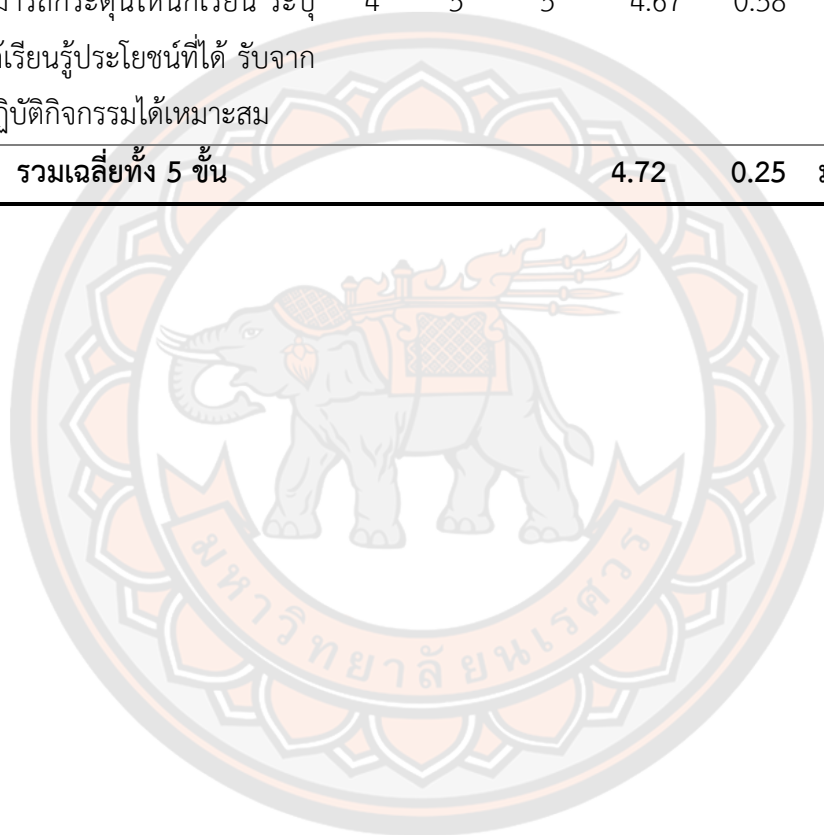


ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ  
การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักร  
ของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์  
เรื่อง วัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
<b>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ</b>						
1. สามารถกระตุ้นความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนได้เหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2. สามารถกระตุ้นให้นักเรียน สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาสถานการณ์ให้นักเรียนได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา</b>						
3. สามารถกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายสืบค้นจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง และสรุปประเด็นได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</b>						
4. สามารถกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการนำเสนอผลการปฏิบัติภาระงานหน้าชั้นเรียนได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</b>						
4. สามารถกระตุ้นให้นักเรียน ฝึกการนำเสนอผลการปฏิบัติ ภาระงานหน้าชั้นเรียนได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้</b>						
	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
5. สามารถกระตุ้นให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้สถานการณ์ใหม่ ได้ เหมาะสม						
<b>ชั้นที่ 5 ชั้นประเมิน</b>						
6. สามารถกระตุ้นให้นักเรียน ระบุ สิ่งที่ได้เรียนรู้ประโยชน์ที่ได้ รับจาก การปฏิบัติกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยทั้ง 5 ชั้น</b>				<b>4.72</b>	<b>0.25</b>	<b>มากที่สุด</b>



ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
<b>ตัวชี้วัด</b>						
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านตัวชี้วัด</b>				<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสาระสำคัญ</b>						
3. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
5. มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	0.58	มาก
<b>รวมเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ</b>				<b>4.56</b>	<b>0.38</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
6. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนา ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>				<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสาระการเรียนรู้</b>						
9. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
10. เหมาะสมกับเวลาเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
12. มีประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มาก
12. มีประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มาก

รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3			
	13. มีความชัดเจนของเนื้อหา/กระบวนการที่ใช้	4	5			
14. จัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้</b>				<b>4.89</b>	<b>0.19</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
15. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
16. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
18. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
19. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
20. กิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเหมาะสมกับการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	0.58	มาก
21. มีกิจกรรมที่ชัดเจนและเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
22. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
23. เรียงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>				<b>4.78</b>	<b>0.22</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>						
24. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
25. ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
26. เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
27. สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>				<b>5.00</b>	<b>0.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านเวลาเรียน</b>						
28. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
29. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3			
	<b>รวมเฉลี่ยด้านเวลาเรียน</b>					
<b>ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้</b>						
30. วัดผลประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
31. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
32. มีการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
33. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวิธีการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
34. เสนอวิธีวัดและเกณฑ์การวัดและประเมินผลอย่างชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ยด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้</b>				<b>4.80</b>	<b>0.35</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>รวม</b>				<b>164.3</b>	<b>7.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
				<b>5</b>		
<b>รวมเฉลี่ย</b>				<b>4.83</b>	<b>0.20</b>	<b>มากที่สุด</b>

ภาคผนวก ง ผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักร  
ของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 11 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์  
เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ  
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์  
เรื่อง วัฏจักรของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง

- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบ 2 ส่วน  
ส่วนที่ 1 เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก  
ส่วนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยให้เขียนเหตุผลอธิบายคำตอบส่วนที่ 1 จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา

ในการทำ 60 นาที

- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและเขียนเหตุผลอธิบายคำตอบ

- การหมุนเวียนของสารในวัฏจักรใดที่ไม่จำเป็นต้องผ่านสิ่งมีชีวิต

- น้ำ
- คาร์บอน
- ไนโตรเจน
- ฟอสฟอรัส

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

- ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงขั้นตอนการเกิดวัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติได้ถูกต้องที่สุด

- เกิดจากการระเหย
- เกิดจากการระเหย และการควบแน่น
- เกิดจากการระเหย การควบแน่น และการเกิดฝนตก
- เกิดจากการระเหย การควบแน่น การเกิดฝนตก และการรวมตัวของน้ำ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....



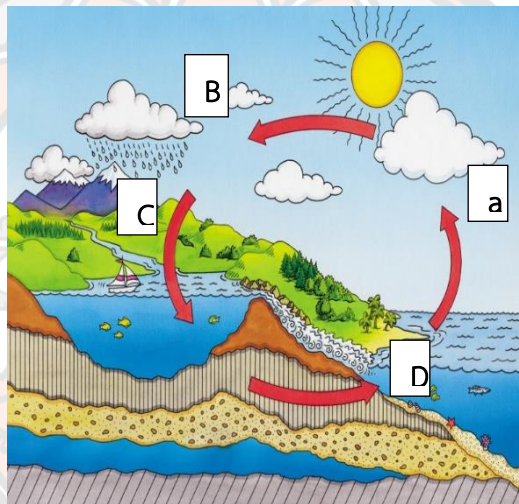
3. น้ำที่พบได้ในโลกนี้อยู่ในสภาพของเหลวและก๊าซ โดยเคลื่อนที่อยู่ระหว่างบรรยากาศและผิวโลก วัฏจักรของน้ำทำให้เป็นไอ โดยพลังงานจาก.....และตกลงมาสู่พื้น โดย.....

- ก. ความร้อนใต้พิภพ, ลม
- ข. ความร้อนใต้พิภพ, น้ำ
- ค. ความร้อนจากดวงอาทิตย์, แรงแม่เหล็ก
- ง. ความร้อนจากดวงอาทิตย์, น้ำ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....



4. จากภาพวัฏจักรน้ำ การควบแน่นของน้ำ เกิดขึ้นในช่วงใด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

5. สิ่งมีชีวิตในข้อใดได้รับคาร์บอนโดยไม่ผ่านสิ่งมีชีวิตอื่น

- ก. ข้าวโพด วัว
- ข. เสือ ช้าง
- ค. รา แบคทีเรีย
- ง. ข้าว อ้อย

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

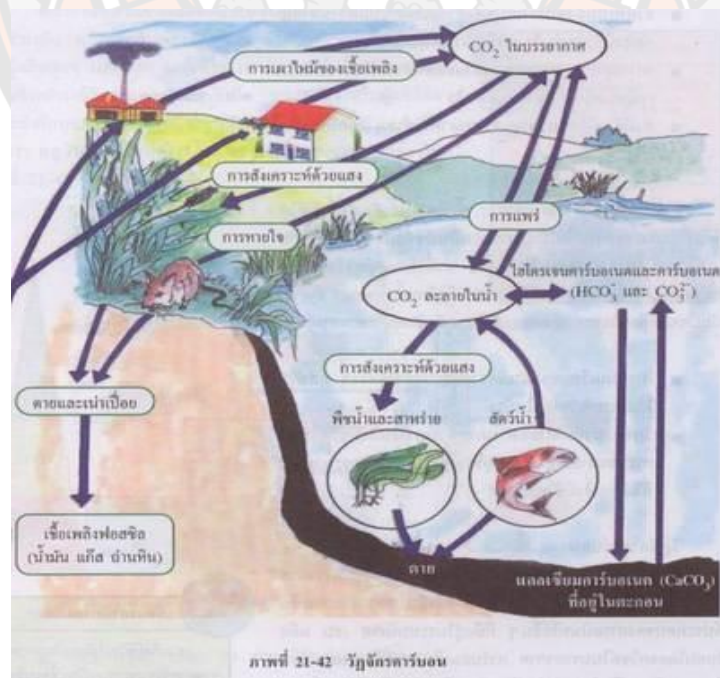
6. ข้อใดไม่ใช่การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้วัฏจักรคาร์บอนเสียสมดุล

- ก. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ข. การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะ
- ค. การตัดไม้ทำลายป่า
- ง. การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....



7. จากภาพวัฏจักรคาร์บอนสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้คาร์บอนจากแหล่งสะสมในบรรยากาศได้ คือ สิ่งมีชีวิตกลุ่มใด

ก. ผู้ผลิต

ข. ผู้บริโภคพืช

ค. ผู้บริโภคสัตว์

ง. ผู้ย่อยสลาย

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

8. กระบวนการในข้อใดช่วยในการหมุนเวียนคาร์บอน

A. การหายใจ

B. การสังเคราะห์ด้วยแสง

C. การเผาไหม้เชื้อเพลิง

D. การตรึงไนโตรเจน

ก. A

ข. A B

ค. A B C

ง. A B C D

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

9. สิ่งใดที่จะขาดไม่ได้ในวัฏจักรไนโตรเจน

ก. คาร์บอน

ข. สาหร่าย

ค. พืชตระกูลถั่ว

ง. แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

10. ข้อใดเรียงลำดับเหตุการณ์ในวัฏจักรไนโตรเจนได้ถูกต้อง

1. กลีโอมโมเนีย
2. ไนเตรต
3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจน

- ก. 2 → 4 → 3 → 5 → 1  
 ข. 3 → 1 → 4 → 2 → 5  
 ค. 2 → 3 → 4 → 1 → 5  
 ง. 3 → 4 → 1 → 5 → 2

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

11. ขบวนการสร้างไนโตรเจน จะต้องอาศัยสิ่งใด จึงทำให้เกิดสมดุลของวัฏจักรไนโตรเจน

- ก. แบคทีเรีย จุลินทรีย์  
 ข. มนุษย์  
 ค. พืช  
 ง. สัตว์จำพวกปลา

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

12. สารชนิดใดในบรรยากาศที่ผู้ผลิต และผู้บริโภคไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง

- ก. คาร์บอนไดออกไซด์  
 ข. ออกซิเจน  
 ค. ไนโตรเจน  
 ง. น้ำ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

13. เพราะเหตุใด วัฏจักรฟอสฟอรัสจึงไม่มีการหมุนเวียนสู่บรรยากาศ
- เพราะฟอสฟอรัสเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา
  - เพราะฟอสฟอรัส เกิดการเผาไหม้ได้คาร์บอนไดออกไซด์
  - เพราะในชั้นบรรยากาศเก็บสารฟอสฟอรัสไม่ได้
  - เพราะในบรรยากาศมีมลพิษ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

14. การเปลี่ยนฟอสฟอรัส ให้เป็นสารประกอบต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตใด
- จุลินทรีย์
  - มนุษย์
  - พืช
  - สัตว์จำพวกปลา

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

15. สารประกอบฟอสฟอรัสในผู้บริโภคกลายเป็นสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำได้อย่างไร
- การคายน้ำจากต้นไม้
  - เมื่อสิ่งมีชีวิตหายใจ
  - เมื่อสิ่งมีชีวิตตายและถูกย่อยสลาย
  - การหมุนเวียนของน้ำ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

16. สารประกอบฟอสฟอรัสในพืชและสัตว์เปลี่ยนเป็นสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดิน กับ สารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดินเปลี่ยนกลับเป็นสารประกอบในสิ่งมีชีวิตนั้นสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ก. ไม่สัมพันธ์กัน เพราะสารประกอบฟอสฟอรัสในพืชและสัตว์เปลี่ยนเป็นสารประกอบ ฟอสฟอรัสในน้ำและในดินมากกว่าสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดินเปลี่ยนกลับเป็น สารประกอบในสิ่งมีชีวิต

ข. ไม่สัมพันธ์กัน เพราะสารประกอบฟอสฟอรัสในพืชและสัตว์เปลี่ยนเป็นสารประกอบ ฟอสฟอรัสในน้ำและในดินน้อยกว่าสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดินเปลี่ยนกลับเป็น สารประกอบในสิ่งมีชีวิต

ค. สัมพันธ์กัน เพราะสารประกอบฟอสฟอรัสในพืชและสัตว์เปลี่ยนเป็นสารประกอบ ฟอสฟอรัสในน้ำและในดินมากกว่าสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดินเปลี่ยนกลับเป็น สารประกอบในสิ่งมีชีวิต

ง. สัมพันธ์กัน เพราะสารประกอบฟอสฟอรัสในพืชและสัตว์เปลี่ยนเป็นสารประกอบ ฟอสฟอรัสในน้ำและในดินน้อยกว่าสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำและในดินเปลี่ยนกลับเป็น สารประกอบในสิ่งมีชีวิต

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

17. จงอ่านคำขวัญต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม “อากาศเป็นพิษ ชีวิตจะสั้น ต้นไม้เท่านั้น ทั้งกันและแก้” สาเหตุ หรือปัญหาที่แท้จริง ขอคำขวัญน่าจะเกี่ยวกับวัฏจักรของสาร ไตมากที่สุด

ก. ไนโตรเจน

ข. ฟอสฟอรัส

ค. คาร์บอน

ง. น้ำ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

.....

.....

18. กระทบวงเกษตรฯ แนะนำชวนนาให้ปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนกับการทำนา เนื่องจากอะไร

- ก. มีแบคทีเรียไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากถั่ว ช่วยให้ดินดำ
- ข. มีเชื้อราไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากถั่ว ช่วยให้ดินร่วนซุยได้
- ค. มีแบคทีเรียไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากถั่ว ช่วยดึงไนโตรเจนจากอากาศ
- ง. มีเชื้อราไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากถั่ว ดึงฟอสฟอรัสจากอากาศ

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

19. ฟอสฟอรัสมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์เรื่องใดมากที่สุด

- ก. สายตาดำ
- ข. ต้านทานโรค
- ค. สร้างกล้ามเนื้อ
- ง. กระดูกและฟันแข็งแรง

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

20. ข้อใดแสดงลักษณะสมดุลธรรมชาติได้เด่นชัดที่สุด

- ก. กอหญ้าเริ่มขึ้นในพื้นที่ที่เคยถูกทำลาย
- ข. การไถย่ำฆ่าแมลงเพื่อควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืช
- ค. จำนวนพืชและสัตว์ในสวนหลังบ้านมีจำนวนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมานานแล้ว
- ง. ตู้เลี้ยงปลาที่บ้านมีผักบุงและปลาเงินปลาทองจำนวนมาก

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ .....

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง  
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	วิชา วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรของสาร	จำนวน 12 ชม.
เรื่อง วัฏจักรน้ำ	เวลา 3 ชม.

1. มาตรฐาน

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมาย ของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ

ว 1.1 ม.3/6 ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ

3. สาระสำคัญ

วัฏจักรน้ำเกิดจากการหมุนเวียนของอนุภาคน้ำอย่างต่อเนื่องระหว่างแหล่งต่าง ๆ ทั้งน้ำในสัตว์ พืช เมฆ ธารน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน ทะเลสาบ มหาสมุทร แม่น้ำและดิน ในการหมุนเวียนของอนุภาคน้ำไปตามแหล่งต่าง ๆ มีการเปลี่ยนที่อยู่ของน้ำ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนสถานะหรือไม่มีการเปลี่ยนสถานะ ก็ได้



#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้

1. อธิบายการเกิดวัฏจักรน้ำ ภายในระบบนิเวศ
2. อธิบายปฏิสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำต่อระบบนิเวศ เสนอแนวทางการป้องกันและรักษาวัฏจักรน้ำในระบบนิเวศโดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ

##### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีวินัย
2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

##### ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

#### 5. สารการเรียนรู้

ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์จุลินทรีย์และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิแร่ธาตุแก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันและมีการหมุนเวียน เช่น น้ำ วัฏจักรน้ำ เกิดจากการหมุนเวียนของอนุภาคน้ำอย่างต่อเนื่องระหว่างแหล่งต่าง ๆ ทั้งนี้ใน สัตว์ พืช เมฆ ธารน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน ทะเลสาบ มหาสมุทร แม่น้ำและดิน ในการหมุนเวียนของอนุภาคน้ำไปตามแหล่งต่าง ๆ มีการเปลี่ยนที่อยู่ของน้ำ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนสถานะหรือไม่มีการเปลี่ยนสถานะก็ได้ ในการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของอนุภาคน้ำจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง จะมีแบบรูปกระบวนการเปลี่ยนแปลงคงที่การหมุนเวียนของอนุภาคน้ำไปตามแหล่งต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นพร้อมกันหรือไม่พร้อมกันก็ได้ ดังนั้นแม้ว่าน้ำจะหมุนเวียนเป็นวัฏจักร แต่อนุภาคน้ำอาจจะหมุนเวียนกลับมาที่เดิมโดยใช้เวลาไม่เท่ากัน

#### 6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการสอนสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) (5Es)

##### ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นสร้างความสนใจด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง(Engagement) (จำนวน 20 นาที)

1. ครูดึงดูดความสนใจโดยให้นักเรียนดูสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงวัฏจักรน้ำ
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับสื่อที่ดู ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม ดังนี้

##### 2.1 สิ่งปรากฏในภาพ มีอะไรบ้าง

### แนวคำตอบ แหล่งน้ำ เมฆ ฝน ต้นไม้ สัตว์

2.2 สิ่งมีเวดล้อมเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ มีการหมุนเวียนสารจากสิ่งต่าง ๆ เป็นวัฏจักร

3. ครูเขียนรายชื่อสิ่งต่าง ๆ ตามที่นักเรียนเสนอมา ไว้บนกระดานหน้าชั้นเรียน

### ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Explore) (จำนวน 60 นาที)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม โดยละความสามารถ

2. ครูให้นักเรียนดูสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เกี่ยวกับวัฏจักรน้ำ และสืบค้นข้อมูลวัฏจักรน้ำ จากสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงและจากอินเทอร์เน็ต โดยให้นักเรียนสืบค้นในหัวข้อ องค์ประกอบของวัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดวัฏจักรน้ำ

3. นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารวมกันอภิปราย ชักถาม การเกิดวัฏจักรน้ำ โดยบันทึกลงในสมุดประจำตัวนักเรียน

4. ครูแจกกระดาษรูปให้นักเรียนเขียนแผนภาพลำดับขั้นตอนและสรุปผังมโนทัศน์ การเกิดวัฏจักรน้ำ แนวทางการป้องกันและรักษาวัฏจักรน้ำในระบบนิเวศให้คงอยู่

5. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินสำรวจการทำงานแต่ละกลุ่ม

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มซักถามเมื่อมีปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นครูตรวจความเรียบร้อยว่านักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Explain) (จำนวน 40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม

ดังนี้

2.1 การเกิดวัฏจักรน้ำเริ่มต้นจากอะไร

แนวคำตอบ วัฏจักรน้ำเริ่มต้นจาก การที่น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ ระเหยกลายเป็นไอลอยไป

บนอากาศ

2.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดวัฏจักรน้ำมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ แสงแดด แหล่งน้ำ พืช

4. นักเรียนดูสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงวัฏจักรน้ำอีกครั้งเพื่อร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้นักเรียนสรุปเป็นแผนผังของความคิดของตนเองลงในสมุดประจำตัว

### ชั่วโมงที่ 3

#### ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) (จำนวน 30 นาที)

1. ครูเปิดภาพแหล่งน้ำให้นักเรียนดู แล้วครูถามนักเรียนว่า แหล่งน้ำที่สำคัญในภูมิภาคเอเชียมีที่ใดบ้าง
2. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญของแหล่งน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
3. ให้นักเรียนสืบค้นความรู้จากอินเทอร์เน็ตการหมุนเวียนวัฏจักรน้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ในโลกจากนั้นให้นักเรียนสรุปลงในสมุดประจำตัว

#### ขั้นประเมิน (Evaluation) (จำนวน 30 นาที)

1. นักเรียนแต่ละคนพิจารณาเรื่องที่เรียนในชั่วโมงว่ามีเรื่องใดที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์โดยส่วนตัวแทนออกมาเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม

#### 7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจสอบภาพและ แผนผังความคิด เรื่อง วัฏจักรน้ำ	- แบบประเมิน ชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2
2. สมรรถนะสำคัญ (การใช้เทคโนโลยี)	- สังเกตพฤติกรรม การใช้เทคโนโลยี	- แบบสังเกตพฤติกรรม การใช้เทคโนโลยี	- ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2
3. คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2



บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

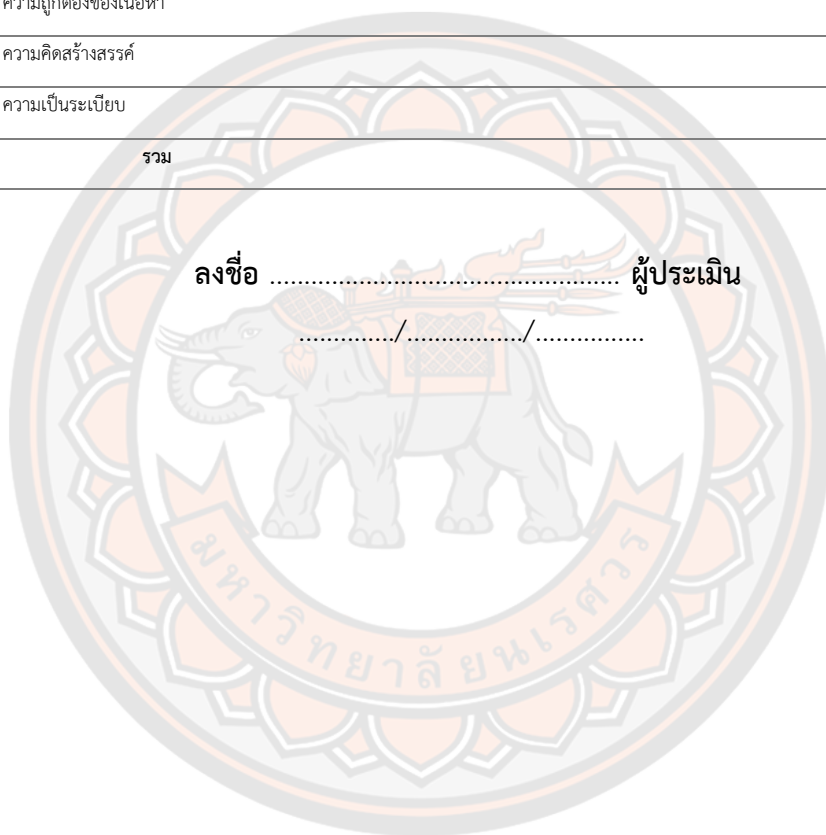
## แบบประเมินผลงานแผนผังมโนทัศน์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
	รวม				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....



### เกณฑ์ประเมินแผนผังมโนทัศน์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจแต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงาน มีความเป็นระเบียบ แต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบ และมีข้อบกพร่องมาก

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 - 16	ดีมาก
11 - 13	ดี
8 - 10	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง





### เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การใช้ แอปพลิเคชัน	ใช้แอปพลิเคชัน เป็นขั้นตอน ต่อเนื่อง ถูกต้องและ ครบถ้วน สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจตรง ประเด็น	ใช้แอปพลิเคชัน เป็นขั้นตอน ต่อเนื่อง ถูกต้องและ ครบถ้วน สื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจตรง	ใช้แอปพลิเคชัน เป็น ขั้นตอนต่อเนื่อง และสื่อ ความหมาย ได้
คุณธรรม จริยธรรม	มีการอ้างอิง แหล่งข้อมูล ครบถ้วน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง เหมาะสม และ ทำงานสำเร็จ ตามเวลาที่กำหนด	มีการอ้างอิง แหล่งข้อมูล แต่ไม่ครบถ้วน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง ทำงานสำเร็จ ตามเวลาที่กำหนด	มีการอ้างอิง แหล่งข้อมูล แต่ไม่ครบถ้วน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง แต่ทำงานไม่ สำเร็จ ตามเวลาที่กำหนด

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5-6	ดีมาก
3-4	ดี
1-2	พอใช้



ภาพแหล่งน้ำ



ภาพ 2 โตนเลสาบ กัมพูชา



ภาพ 3 แม่น้ำแดงเวียดนาม

ภาคผนวก ข แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 12 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

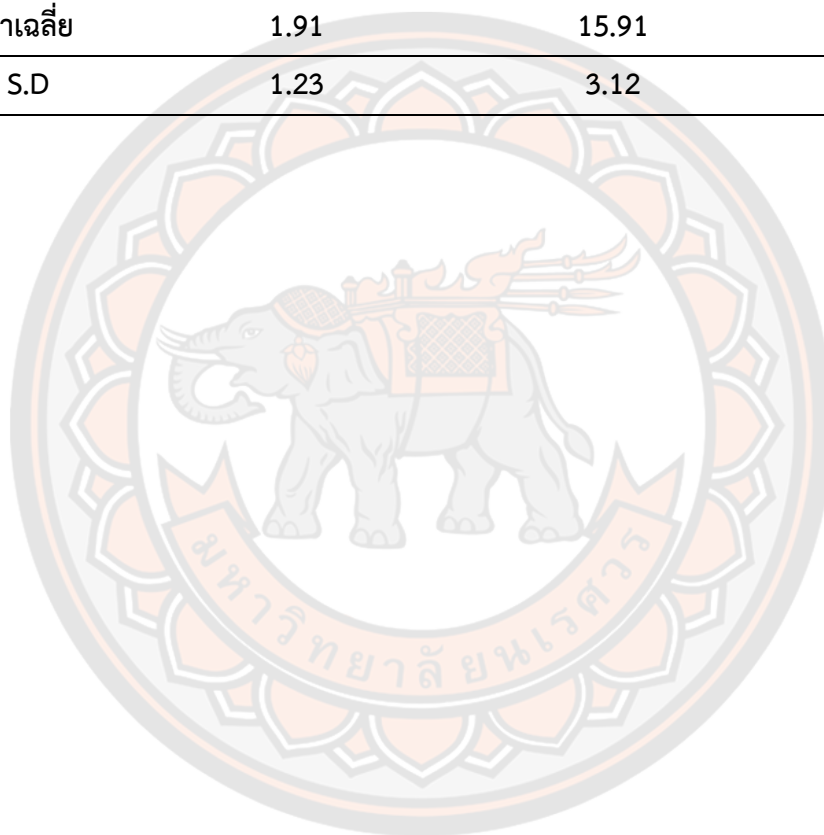
นักเรียน คนที่	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				คะแนน ทดสอบหลัง เรียน 20
	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3	กิจกรรมที่ 4	
		30	30	30	
1	20	22	22	23	14
2	20	21	22	23	14
3	21	22	23	23	15
4	23	24	25	26	16
5	23	25	26	27	16
6	24	25	26	27	16
7	26	27	28	28	17
8	27	28	28	28	18
9	26	27	28	29	18
<b>รวม</b>	<b>210</b>	<b>221</b>	<b>228</b>	<b>234</b>	<b>144</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>23.33</b>	<b>24.56</b>	<b>25.33</b>	<b>26.00</b>	<b>16.00</b>
<b>เฉลี่ยร้อยละ</b>	<b>77.78</b>	<b>81.85</b>	<b>84.44</b>	<b>86.67</b>	<b>80.00</b>
<b>E1/E2</b>		<b>82.69</b>			<b>80.00</b>

ภาคผนวก ข แสดงผลคะแนนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
 ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
 วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 13 แสดงผลคะแนนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
 ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
 วัฏจักรของสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนผลต่าง D
	20 คะแนน	20 คะแนน	
1	1	13	12
2	0	10	10
3	3	18	15
4	2	15	13
5	0	14	14
6	1	12	11
7	1	13	12
8	2	15	13
9	1	11	10
10	2	15	13
11	1	12	11
12	2	16	14
13	2	19	17
14	3	19	16
15	3	18	15
16	2	17	15
17	4	20	16
18	3	19	16
19	1	19	18

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนผลต่าง D
	20 คะแนน	20 คะแนน	
20	1	16	15
21	5	20	15
22	2	19	17
n	22	22	22
รวม	42	350	308
ค่าเฉลี่ย	1.91	15.91	14.00
S.D	1.23	3.12	2.31





เลขที่	แบบทดสอบโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์									สรุปผล
	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	ข้อ 16	ข้อ 17	ข้อ 18	ข้อ 19	ข้อ 20	
1	Pu	Pu	Cu	Cu	nu	Cu	Cu	Cu	pu	ผ่าน
2	Pu	nu	Cu	Cu	pu	Cu	nu	Cu	pu	ผ่าน
3	Pu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
4	Cu	Cu	Cu	Cu	nu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
5	Pu	nu	Cu	Cu	nu	Cu	pu	Cu	Cu	ผ่าน
6	Pu	ps	Cu	Cu	pu	Cu	pu	Cu	nu	ผ่าน
7	Cu	pu	Cu	pu	nu	Cu	Cu	Cu	pu	ผ่าน
8	Cu	pu	Cu	pu	pu	Cu	Cu	Cu	pu	ผ่าน
9	Pu	nu	Cu	Cu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
10	Cu	pu	Cu	pu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
11	Cu	pu	cu	pu	pu	Cu	pu	Cu	pu	ผ่าน
12	Cu	Cu	Cu	Cu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
13	Cu	Cu	Cu	Cu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
14	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
15	Cu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
16	Cu	pu	cu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
17	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
18	Cu	nu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
19	Cu	Cu	Cu	nu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
20	Cu	pu	Cu	pu	pu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
21	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน
22	Cu	Cu	Cu	Cu	nu	Cu	Cu	Cu	Cu	ผ่าน