



การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ฐิตาพร คำฝักฝน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ปีการศึกษา 2565

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING SKILLS AND SCIENTIFIC CONCEPTS
USING GAME-BASED LEARNING WITH THE CER TECHNIQUE
FOR GRADE 9 STUDENTS

THITAPORN KAMFUKFON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program
Department of Curriculum and Instruction
College of Education Sciences,
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และเมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3


เสนอโดย นางสาวฐิตาพร คำฝักฝน

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

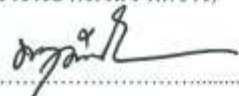
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุคตนิง นฤพนธ์จิรกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินานูรักษ์)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.สุคตนิง นฤพนธ์จิรกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไอศว พิกษา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พจนมัลย์ สกกลเกียรติ)

วิทยาลัยครุศาสตร์รับรองแล้ว


..... คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
(อาจารย์ ดร.พงษ์ถิญา ไข่ม้วน ไกศล)

วันที่ 11 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ชื่อผู้เขียน	ธิดาพร คำฝักฝน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุคตนิง นฤพนธ์จิรกุล
หลักสูตร	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER และ 4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 45 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER 2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และ 3) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 4) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ทักษะการคิดวิเคราะห์, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน, เทคนิค CER

ธิดาพร นฤพนธ์จิรกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

Thesis Title DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING SKILLS AND SCIENTIFIC CONCEPTS USING GAME-BASED LEARNING WITH THE CER TECHNIQUE FOR GRADE 9 STUDENTS

Author Thitaporn Kamfukfon

Thesis Advisor Dr. Sudkanung Naruponjirakul

Program Master of Education in Curriculum and Instruction

Academic Year 2022

ABSTRACT

This research aimed to 1) compare the analytical thinking skills of Grade 9 students before and after learning through Game-based Learning with the CER technique, 2) compare the analytical thinking skills of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique with the set criteria of 70 percent, 3) compare the scientific concepts of Grade 9 students before and after learning through Game-based Learning with the CER technique, and 4) compare the scientific concepts of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique with the set criteria of 70 percent. The samples used in the research were 45 students from Grade 9 at Nawaminthrachinuthit Suankularb Wittayalai Pathumthani School. A cluster random sampling method was used. The research instruments included lesson plans using Game-based Learning with the CER technique, the analytical thinking skills test, and the scientific concepts test. Statistics used to analyze data included mean scores, standard deviation, percentage, and t-test.

The findings revealed that:

1) the analytical thinking skills of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique were significantly higher than before learning at a statistical significance level of .05,

2) the analytical thinking skills of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique were higher than the 70 percent criteria at a statistical significance level of .05,

3) the scientific concepts of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique were significantly higher than before learning at a statistical significance level of .05,

4) the scientific concepts of Grade 9 students after learning through Game-based Learning with the CER technique were higher than the 70 percent criteria at a statistical significance level of .05.

Keywords: Analytical thinking skills, Scientific concepts, Game-based learning, CER technique



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.สุตคณิง นฤพนธ์จิรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจน การตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็น อย่างยิ่งกับการดูแลเอาใจใส่เสมอมา จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว อาจารย์ ดร.วราภรณ์ เอื้อวิริยานุกุล นางสาวพิมพ์พนิต ผิวเกลี้ยง นายชวลิต สุจริต และนายอภิวัฒน์ ขุนสูงเนิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สอนกุลลาบวิทยาลัย ปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ให้ความร่วมมือ เป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครู ทุกท่านในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สอนกุลลาบวิทยาลัย ปทุมธานี และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอน้อมรำลึกพระคุณของบิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายาม ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ฐิตาพร คำฝักฝน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ซ
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	8
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	8
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	8
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	9
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	12
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้.....	14
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน.....	32
2.3 เทคนิค CER.....	42
2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์.....	47
2.5 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	51
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	66
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	67
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	67
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	68
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	80
4. ผลการวิจัย.....	83
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	86
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	88
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	89
5.3 ข้อค้นพบจากการวิจัย.....	95
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	95
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	107
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	108
ข จดหมายขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ.....	110
ค เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	116
ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	118
จ ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	158
ฉ ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด/แบบทดสอบ.....	174
ช ตารางแสดงคะแนนของนักเรียน.....	177
ซ ภาพบรรยากาศชั้นเรียน.....	182
ประวัติผู้เขียน.....	188

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1....	17
2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.3....	19
2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1.	22
2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3.	25
2.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ.....	30
มาตรฐาน ว 3.1	
2.6 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ในงานวิจัย..	37
2.7 จุดมุ่งหมายทางการศึกษาและพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเล่นเกมตามแนวคิดของกาเย่... และคณะ (Gagne et al., 1992)	40
2.8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER.....	45
3.1 จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2565.....	67
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี	
3.2 โครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์.....	71
3.3 รายการประเมินในแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์.....	72
3.4 เกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์.....	72
3.5 โครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	74
3.6 การสร้างเครื่องมือในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	77
4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและ.... หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	84
4.2 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วย.... การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70	84
4.3 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน..... และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	85
4.4 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน..... ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70	85

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ผลการประเมิน PISA 2018 ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.....	3
1.2 ร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ.....	4
1.3 กรอบการประเมินของ PISA 2018.....	5
2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	66
3.1 แบบแผนการวิจัย.....	79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคน เพราะการดำรงชีวิตของมนุษย์ตลอดช่วงชีวิตล้วนมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ในปัจจุบันสังคมโลก มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นและช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้สูงขึ้น อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเข้ามามีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต ดังนั้นการที่จะพัฒนาประเทศ ในอนาคตจึงต้องพึ่งพาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มนุษย์จึงต้องปรับตัว ให้พร้อมรับความเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องรู้และได้รับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้มีความเข้าใจธรรมชาติ เข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ตลอดจนสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล

เมื่อสังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นที่ประเทศไทยจะต้องเปลี่ยนตาม นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือ Thailand 4.0 ถือเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์ชาติในการพัฒนาประเทศ ซึ่งมุ่งเน้นที่การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจมาสู่ระบบเศรษฐกิจที่เน้นการสร้างมูลค่าเพื่อให้ประเทศไทย หลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลาง กับดักราคาเกลือการค้าทางสังคม และกับดักราคาไม่สมดุลในการพัฒนา โดยมี การปรับเปลี่ยนใน 4 มิติ คือ มิติที่ 1 ความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ (Economic Wealth) มิติที่ 2 ความอยู่ดีมีสุขของผู้คนในสังคม (Social Well - beings) มิติที่ 3 การยกระดับศักยภาพและคุณค่าของมนุษย์ (Human Wisdom) และมิติที่ 4 การรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม (Environmental Wellness) (สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี, 2560) เป้าหมายของการพัฒนาประเทศไทย 4.0 คือการยกระดับคุณภาพชีวิตของคนไทยทุกคนให้ดีขึ้น นโยบายประเทศไทย 4.0 จึงเปรียบเสมือนการเตรียมเมล็ดพันธุ์ให้พร้อมก่อนปลูกลงดินและดูแลเมล็ดพันธุ์นั้นให้เจริญเติบโตเป็นต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง การผลักดันนโยบายประเทศไทย 4.0 เพื่อใช้เป็นโมเดลในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย ไปสู่การแข่งขันด้วยฐานองค์ความรู้และการใช้นวัตกรรมเพื่อให้ประเทศไทยก้าวสู่ความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการประดิษฐ์คิดค้น พัฒนาองค์ความรู้ และนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อนำพาประเทศไทยไปสู่เป้าหมาย และที่สำคัญคือการเตรียมทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้มีความพร้อมในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นการเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้านเป็นความรู้แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ รวมทั้งมีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2561ก) วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่จะช่วยพัฒนาทักษะสำคัญต่าง ๆ ให้เกิดแก่ผู้เรียน เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ ในการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการ ผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะการสังเกต การสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถการแก้ไขปัญหาใหม่ที่จะพบเจอได้ในโลกอนาคตโดยการนำความรู้และทักษะไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งประเทศไทยได้มีการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการโดยอาศัยทักษะต่าง ๆ ในการเรียนรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Skills) จึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการคิดขั้นสูง ทั้งการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์จึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการทำงานและการดำเนินชีวิต อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 (ฐิติรัตน์ สุรทินนท์, 2565) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ในการจำแนก แยกแยะ และการเชื่อมโยงหรือการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ด้วยการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) ก็เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยสรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีลักษณะเป็นความคิดรวบยอดซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นแล้วนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุป การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องจึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกประเภท สรุป หรือจัดหมวดหมู่สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันได้ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ทิศนา แคมมณี (2563) กล่าวว่า บุคคลจะมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ขึ้นอยู่กับ 1) การสรุปลักษณะสำคัญที่เหมือนกันและต่างกันของสิ่งนั้น ๆ หรือการมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้นว่าถูกต้องเพียงใด 2) การเปรียบเทียบหรือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และ 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเปิดรับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จนเกิดกระบวนการคิดเพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาจนเกิดเป็นมโนทัศน์ขึ้นมา

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการศึกษาของเด็กไทยยังน่าเป็นห่วง ซึ่งปัญหาที่สำคัญของการศึกษาไทย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์คือนักเรียนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และไม่มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า นักเรียนไทยมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ดังจะเห็นได้จากการประเมินผลการเรียนรู้ของ PISA (PISA: Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA ทำการประเมินการเรียนรู้ของเยาวชนใน 3 ด้าน คือ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งความฉลาดรู้ทั้ง 3 ด้านนี้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และจำเป็นที่ประชากรต้องได้รับการพัฒนาเพื่อการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ ผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD เท่ากับ 489 คะแนน) และอยู่ในอันดับที่ 55 จากทั้งหมด 79 ประเทศ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) จากผลการประเมินพบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และอยู่ในอันดับที่ไม่น่าพึงพอใจ



ภาพที่ 1.1 ผลการประเมิน PISA 2018 ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

ที่มา: สสวท. (2563)

นอกจากนี้ยังมีการรายงานผลการประเมินของ PISA ในรูปแบบระดับความสามารถ โดยจะให้รายละเอียดเพิ่มเติมว่านักเรียนมีความสามารถในแต่ละด้านมากน้อยต่างกันอย่างไร ซึ่งมีการแบ่งระดับความสามารถของนักเรียนในแต่ละด้านเป็น 6 ระดับ โดยความสามารถที่ระดับ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐานที่แสดงว่านักเรียนรู้และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริง ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของไทยในการประเมินผลของ PISA 2018 พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 44.5 มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 ซึ่งหมายความว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ไม่รู้วิทยาศาสตร์หรือไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ในชีวิตจริง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 45.5 มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 3 - 4 ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน และสามารถใช้อุบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุว่าการลงข้อสรุปนั้นถูกต้องและสอดคล้องกับข้อมูลที่มีหรือไม่



ภาพที่ 1.2 ร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ
ที่มา: สสวท. (2563)

สสวท. (2563) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดย PISA ได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ นำเสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและ

การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ข้อสอบ PISA จึงเน้นไปที่การคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองของผู้เรียน (Plook Teacher, 2560) ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ และการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถจำแนก แยกแยะ และเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 1.3 กรอบการประเมินของ PISA 2018

ที่มา: สสวท. (2563)

จากการที่นักเรียนไทยมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และมีระดับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และไม่มิมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2565) ได้สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ มีผู้เข้าสอบจำนวน 335,583 คน มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 31.45 ซึ่งถือว่ามียุทธศาสตร์ค่อนข้างต่ำ จากผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังคงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ยังเน้นให้ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญมากที่สุด ครูกำหนดแนวทางการดำเนิน

กิจกรรมของผู้เรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนเป็นเพียงผู้ทำตามการชี้แนะของครูผู้สอนทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการจัดการเรียนรู้ที่มักจะเน้นเพียงการท่องจำแต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง จึงทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนไม่ได้พัฒนาทักษะการวิเคราะห์ และทักษะที่สำคัญอื่น ๆ เท่าที่ควร เรียนไปแล้วไม่เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จึงไม่สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเรื่องที่น่าเบื่อหน่าย เรียนแล้วไม่มีความสุข ทั้งเนื้อหาสาระในรายวิชาที่ยาก มีความซับซ้อน รวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่ไม่มีความน่าสนใจ

ปัญหาที่พบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี สอดคล้องกับปัญหาที่สำคัญของการศึกษาไทยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และไม่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับโรงเรียนเท่ากับ 36.75 (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี, 2565ก) ซึ่งถือว่า มีคะแนนค่อนข้างต่ำและไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนยังขาดความเข้าใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และไม่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หรือมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนไม่มีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากพอที่จะนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ นักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถจำแนก แยกแยะ เชื่อมโยง และหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ มีกระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ในสิ่งที่ได้เรียนรู้ และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจนั้นไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ เพื่อให้การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

ในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน (GBL: Game-based Learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองจากการลงมือเล่นเกม และการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานจึงช่วยให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ สามารถช่วยพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้ เพราะในระหว่างการเล่นเกมนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร กฤดาภัทร สีหารี (2561) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนเทคนิคหรือทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการโดยผู้เรียนจะเล่นเกมตามกติกาและนำเนื้อหา ข้อมูลของเกม วิธีการเล่นเกม และผลการเล่นเกมมาใช้เพื่อสรุปการเรียนรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานยังเป็นหนึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Oakman, 2016) ดังเช่นงานวิจัยของ พิมพ์รัช เตชารณะเกียรติ์ และ อัญชลี ทองแถม (2559) ที่ได้ศึกษา

พัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้บทเรียนประกอบเกมวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และงานวิจัยของชลทิพย์ จันทรจำปา และคณะ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น และคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนจากการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่นงานวิจัยของ ทินกร พันเดช (2561) ที่ได้ศึกษาการพัฒนา มโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนมโนทัศน์เคมีเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเทคนิค CER (Claim-Evidence-Reasoning) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อันจะนำไปสู่การมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่ได้รับการกำหนดให้เป็นหนึ่งในเป้าหมายที่ควรเกิดกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) เทคนิค CER ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การสร้างข้อสรุปจากการทำกิจกรรม 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ชุดข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ คำอธิบายที่นำมารองรับหลักฐานนั้น ซึ่งการที่ผู้เรียนจะสามารถสร้างข้อสรุปขึ้นมาได้จะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการอธิบายข้อมูล ตลอดจนการใช้หลักฐานที่ได้จากการสังเกต หรือการรวบรวมความรู้มาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปนั้น สอดคล้องกับที่ ฐิติรัตน์ สุรทินนท์ (2565) กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นหนึ่งในเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารได้

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ยังไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิค CER เพื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในระหว่างการเล่นเกม ได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ การวางแผน การแก้ปัญหา และนำเทคนิค CER มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปโดยการให้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือไม่

1.2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

1.2.4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

1.3.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.3 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

1.3.4 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียน

1.4.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียน

1.4.4 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีนักเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 368 คน (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี, 2565)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 มีจำนวนนักเรียน 45 คน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์

2) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1.5.3 ขอบเขตของเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหา 6 เรื่อง ดังนี้

- 1) องค์ประกอบของระบบนิเวศ
- 2) บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 3) การสื่อสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 4) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 5) การดูแลรักษาระบบนิเวศ
- 6) ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต

1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 (ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2566) ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้เล่นเกมตามกติกาที่ผู้สอนกำหนด ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่เล่นเกม โดยผู้เรียนนำเนื้อหาสาระ ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกม มาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ผู้สอนนำเสนอเกม และชี้แจงกติกาการเล่น ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ และขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

เทคนิค CER (Claim-Evidence-Reasoning) หมายถึง กลวิธีในการเสริมการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์โดยการให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในการสรุปผลการเรียนรู้โดยต้องแสดงหลักฐาน และคำอธิบายการเรียนรู้ เทคนิค CER ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การสร้างข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ส่วนที่ 2 หลักฐาน (Evidence) คือ ชุดข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และส่วนที่ 3 การให้เหตุผล (Reasoning) คือ คำอธิบายที่นำมาประกอบเพื่อรองรับหลักฐานนั้น

การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิค CER โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน และส่งเสริมความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำเกม เป็นขั้นที่ผู้สอนแนะนำเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยการบอกชื่อเกม และชี้แจงกติกาการเล่นให้ผู้เรียนทราบ และชี้แจงความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระเรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพกับเกมต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือเล่นเกมตามกติกาที่ผู้สอนได้ชี้แจง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะร่วมกันวิเคราะห์เกมและหาแนวทางในการเล่นให้ประสบความสำเร็จ เกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เกมลองทายคุณฉันทอยู่กลุ่มใด เกม ROCKY MOUNTAIN ROUNDUP เกม The Producers Consumers Decomposers เกม Food Chain Challenge เกม Food Web เกมเศรษฐกิจความรู้ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต) เกมรู้รักษ์ระบบนิเวศ เกมโลกแห่งความหลากหลาย เป็นต้น โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้เรียนแต่ละทีมเล่นเกม

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เพื่อให้ได้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างข้อสรุปที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ผู้เรียนจะเขียนข้อสรุปหรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจ (2) หลักฐาน (Evidence) ผู้เรียนจะร่วมมือกันหาข้อมูลที่เหมาะสมมาสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบ และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) ผู้เรียนจะชี้แจงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มอื่นสามารถโต้แย้งหากเห็นว่าคำอธิบายนั้นไม่ถูกต้องหรือมีเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ โดยครูจะคอยให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนจะประเมินความเข้าใจหรือมโนทัศน์ของผู้เรียนโดยตรวจการสร้างข้อสรุปของผู้เรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ และการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยการใช้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ สามารถวัดได้โดยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน รวมเป็น 45 คะแนน ให้คะแนนด้วยเกณฑ์การประเมินแบบ Scoring rubrics แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งแต่ละส่วนสัมพันธ์กับการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่จะต้องวัดทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

- 1) ข้อกล่าวอ้าง สัมพันธ์กับการวิเคราะห์เนื้อหา ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์เนื้อหาโดยจำแนกแยกแยะว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่สำคัญ หรือเนื้อหานั้นมีสาระสำคัญอย่างไร เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง
- 2) หลักฐาน สัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาว่าสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาเป็นหลักฐานประกอบการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไร
- 3) การให้เหตุผล สัมพันธ์กับการวิเคราะห์หลักการ ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์หลักการเพื่อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือหลักสำคัญของสิ่งต่าง ๆ มารับว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐานมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีลักษณะเป็นความคิดรวบยอดซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำมาประมวลผลเพื่อสรุปเป็นความเข้าใจของตนเอง สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เลือกตอบพร้อมเขียนอธิบายแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ จำนวน 10 ข้อ

เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ซึ่งกำหนดจากคะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.7.1 นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1.7.2 ครูได้แนวทางในการนำการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.7.3 ครูได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.3 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.5 ประเภทของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.6 วิธีการวัดผลของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.3 เทคนิค CER

2.3.1 ความหมายของเทคนิค CER

2.3.2 องค์ประกอบของเทคนิค CER

2.3.3 ประโยชน์ของเทคนิค CER

2.3.4 การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.2 ความสำคัญของทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.3 องค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.4 การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

2.5 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

- 2.5.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.5.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.5.3 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.5.4 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ
- 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการกำหนดเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้เป็น
ผู้รู้วิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการ ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)
ได้แก่

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต
การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและ
วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร
การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์
ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลง
ลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี แบ่งออกเป็น

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี
การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ
เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้
เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอน
และเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยแต่ละสาระการเรียนรู้มีมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต
กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากร
ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง
นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้มีกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2560)

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 1.1 ม.3/1 อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ	ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์จุลินทรีย์และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิแร่ธาตุแก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น พืชต้องการแสง น้ำ และแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิความชื้น องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้
ว 1.1 ม.3/2 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ	<ol style="list-style-type: none"> 1. สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยื่อกับผู้ล่า ภาวะปรสิต 2. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่า ประชากร 3. กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 1.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร</p>	<p>กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้ง 3 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กัน ผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภคเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เองและต้องกินผู้ผลิตหรือสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลงจะถูกย่อยโดยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร จำนวนผู้ผลิตผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์จะต้องมีความเหมาะสมจึงทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล</p>
<p>ว 1.1 ม.3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ</p>	<p>พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ รวมทั้งผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในรูปแบบสายใยอาหารที่ประกอบด้วยโซ่อาหารหลายโซ่ที่สัมพันธ์กัน ในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารพลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปจะลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับของการบริโภค</p>
<p>ว 1.1 ม.3/5 อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร ว 1.1 ม.3/6 ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศโดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ</p>	<p>การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ อาจทำให้มีสารพิษ สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และทำลายสมดุลในระบบนิเวศ ดังนั้นการดูแลรักษาระบบนิเวศให้เกิดความสมดุลและคงอยู่ตลอดไปจึงเป็นสิ่งสำคัญ</p>

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 1.3 ม.3/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม 2. โครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีนขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต 3. สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด โครโมโซมที่เป็นคู่กันมีการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม ยีนหนึ่งที่อยู่บนคู่ฮอมอโลกัสโครโมโซม อาจมีรูปแบบแตกต่างกัน เรียกแต่ละรูปแบบของยีนที่ต่างกันนี้ว่า แอลลีล ซึ่งการเข้าคู่กันของแอลลีลต่าง ๆ อาจส่งผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันได้ 4. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY
<p>ว 1.3 ม.3/2 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์</p>	<p>สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น 2 ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนฮอมอโลกัสโครโมโซมมี 2 แอลลีล โดยแอลลีลหนึ่งมาจากพ่อและอีกแอลลีลมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกันหรือแตกต่างกัน แอลลีลที่แตกต่างกันนี้ แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่าเป็นแอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มอย่างสมบูรณ์เรียกว่าเป็นแอลลีลด้อย</p>

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 1.3 ม.3/3 อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกและคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก</p>	<p>เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีลที่เป็นคู่กันในแต่ละซอมอโลกส์โครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่วเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง 1 แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่ง เมื่อเกิดการปฏิสนธิจนเกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก</p>
<p>ว 1.3 ม.3/4 อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระบวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ ไมโทซิส และไมโอซิส 2. ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น 3. ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่ และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น
<p>ว 1.3 ม.3/5 บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม</p>	<p>การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนกลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม</p>
<p>ว 1.3 ม.3/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม</p>	<p>โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ตั้งนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม</p>

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 1.3 ม.3/7 อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้	มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตาม ธรรมชาติเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
ว 1.3 ม.3/8 ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบ ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมโดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน	ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิต อาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ตาม สังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว
<p>ว 1.3 ม.3/9 เปรียบเทียบความหลากหลายทาง ชีวภาพในระดับชนิดสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่าง ๆ</p> <p>ว 1.3 ม.3/10 อธิบายความสำคัญของความหลาก หลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบ นิเวศและต่อมนุษย์</p> <p>ว 1.3 ม.3/11 แสดงความตระหนักในคุณค่าและ ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพโดยมี ส่วนร่วมในการดูแลรักษาความหลากหลายทาง ชีวภาพ</p>	<p>ความหลากหลายทางชีวภาพ มี 3 ระดับ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความหลากหลายของระบบนิเวศ 2. ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต 3. ความหลากหลายทางพันธุกรรม <p>ความหลากหลายทางชีวภาพนี้มีความสำคัญต่อ การรักษาสมดุล ของระบบนิเวศ ระบบนิเวศที่มี ความหลากหลายทางชีวภาพสูงจะรักษาสมดุล ได้ดีกว่าระบบนิเวศที่มีความ หลากหลายทางชีวภาพ ต่ำกว่า นอกจากนี้ ความหลากหลายทางชีวภาพยังมี ความสำคัญ ต่อมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เป็น อาหาร ยารักษาโรค วัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนในการดูแลรักษาความ หลากหลายทางชีวภาพให้คงอยู่</p>

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติ
ของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะ
ของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ 2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.1 ม.3/1 ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกและวัสดุผสม โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. พอลิเมอร์เซรามิก และวัสดุผสม เป็นวัสดุที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน 2. พอลิเมอร์เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่เกิดจากโมเลกุลจำนวนมากรวมตัวกันทางเคมี เช่น พลาสติกยาง เส้นใย ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแตกต่างกัน โดยพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ที่ขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ ยางยืดหยุ่นได้ ส่วนเส้นใยเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถดึงเป็นเส้นยาวได้ พอลิเมอร์จึงใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน 3. เซรามิกเป็นวัสดุที่ผลิตจาก ดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ จากธรรมชาติและส่วนมากจะผ่าน การเผาที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้เนื้อสารที่แข็งแรง เซรามิกสามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ สมบัติทั่วไปของเซรามิกจะแข็ง ทนต่อการสึกกร่อน และเปราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ภาชนะที่เป็นเครื่องปั้นดินเผา ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ 4. วัสดุผสมเป็นวัสดุที่เกิดจากวัสดุตั้งแต่ 2 ประเภท ที่มีสมบัติแตกต่างกันมารวมตัวกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น เสื่อกันฝนบางชนิดเป็นวัสดุผสมระหว่างผ้ากับยาง คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นวัสดุผสมระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก
<p>ว 2.1 ม.3/2 ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกและวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า</p>	<p>วัสดุบางชนิดสลายตัวยาก เช่น พลาสติก การใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม</p>

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
-----------	-----------------

	แกนกลาง
<p>ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมถึง การจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ</p>	<p>1. การเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่โดยสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเรียกว่าสารตั้งต้น สารใหม่ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเรียกว่า ผลิตภัณฑ์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความ</p> <p>2. การเกิดปฏิกิริยาเคมี อะตอมของสารตั้งต้นจะมีการจัดเรียงตัวใหม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีสมบัติแตกต่างจากสารตั้งต้น โดยอะตอมแต่ละชนิดก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมีมีจำนวนเท่ากัน</p>
<p>ว 2.1 ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์</p>	<p>เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีมวลรวมของสารตั้งต้นเท่ากับมวลรวมของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นไปตามกฎทรง</p>

	มวล
<p>ว 2.1 ม.3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาคูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา</p>	<p>เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีมีการถ่ายโอนความร้อนควบคู่ไปกับการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมของสารปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนปฏิกิริยาที่มีการถ่ายโอนความร้อนจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์มอมิเตอร์หัววัดที่สามารถตรวจ สอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง</p>
<p>ว 2.1 ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว</p>	<p>ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีหลายชนิด เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ</p>

	<p>ปฏิกิริยาของกรดกับเบส ปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง ปฏิกิริยาเคมี สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการข้อความ ซึ่งแสดงชื่อของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เช่น</p> <p>เชื้อเพลิง + ออกซิเจน → คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ</p>
--	--

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.1 ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว</p>	<p>ปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารกับออกซิเจน สารที่เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งถ้าเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การเกิดสนิมของเหล็ก เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเหล็ก น้ำ และออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสนิมของเหล็ก 2. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ และการเกิดสนิมของเหล็กเป็นปฏิกิริยาระหว่างสารต่าง ๆ กับออกซิเจน 3. ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ กรดทำปฏิกิริยากับโลหะได้หลายชนิด ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือของโลหะและแก๊ส

	<p>ไฮโดรเจน</p> <p>4. ปฏิกิริยาของกรดกับสารประกอบคาร์บอนेटได้ผลิตก๊าซเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกลือของโลหะและน้ำ</p> <p>5. ปฏิกิริยาของกรดกับเบส ได้ผลิตก๊าซเป็นเกลือของโลหะและน้ำ หรืออาจได้เพียงเกลือของโลหะ</p> <p>6. การเกิดฝนกรด เป็นผลจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำฝนกับออกไซด์ของไนโตรเจน หรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ ทำให้น้ำฝนมีสมบัติเป็นกรด</p> <p>7. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ โดยมีแสงช่วยในการเกิดปฏิกิริยา ได้ผลิตก๊าซเป็นน้ำตาลกลูโคสและออกซิเจน</p>
--	---

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 2.1 ม.3/7 ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล	ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จึงต้องระมัดระวังผลจากปฏิกิริยาเคมีตลอดจนรู้จักวิธีป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน
ว 2.1 ม.3/8 ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามต้องการหรืออาจสร้างนวัตกรรม เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีการเพิ่มปริมาณผลผลิต

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.3 ม.3/1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>ว 2.3 ม.3/2 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า</p>	<p>ขนาดของกระแสไฟฟ้ามีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ เรียกค่าคงที่นี้ว่า ความต้านทาน</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.3 ม.3/3 ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า</p>	<ol style="list-style-type: none"> เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าครบวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าออกจากขั้วบวกผ่านวงจรไฟฟ้าไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งวัดค่าได้จากแอมมิเตอร์ ค่าที่บอกความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยประจุระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่า ความต่างศักย์ ซึ่งวัดค่าได้จากโวลต์มิเตอร์
<p>ว 2.3 ม.3/4 วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>ว 2.3 ม.3/5 เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน</p>	<ol style="list-style-type: none"> ในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชิ้นมีความต้านทาน ในการต่อตัวต้านทานหลายตัวมีทั้งต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมในวงจรไฟฟ้า ความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่า

	เท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว โดยกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน
<p>ว 2.3 ม.3/6 บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>ว 2.3 ม.3/7 เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. การต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบขนาน ในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านวงจรมีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว โดยความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน 2. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีหลายชนิด เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ตัวเก็บประจุ โดยชิ้นส่วนแต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกันเพื่อให้วงจรทำงานได้ตามต้องการ 3. ตัวต้านทานทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแส ไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า ไดโอดทำหน้าที่ให้กระแส ไฟฟ้าผ่านทางเดียว ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิดหรือเปิด วงจรไฟฟ้าและควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้า ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เก็บและคายประจุไฟฟ้า

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.3 ม.3/6 บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>ว 2.3 ม.3/7 เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า</p>	<p>เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดที่ทำงานร่วมกัน การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยเลือกใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมตามหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้น ๆ จะสามารถทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานได้ตามต้องการ</p>
<p>ว 2.3 ม.3/8 อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า โดยใช้สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p>	<p>เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่ากำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์กำกับไว้ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ ความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์ ค่าไฟฟ้าส่วนใหญ่คิดจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งหาได้จากผลคูณของกำลังไฟฟ้า ในหน่วยกิโลวัตต์คูณกับเวลาในหน่วยชั่วโมง พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง หรือหน่วย</p>
<p>ว 2.3 ม.3/9 ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้</p>	<p>วงจรไฟฟ้าในบ้านมีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนาน</p>

<p>เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย</p>	<p>เพื่อให้ความต่างศักย์เท่ากัน การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันต้องเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้า ให้เหมาะกับการใช้งาน และการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และประหยัด</p>
<p>ว 2.3 ม.3/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น</p>	<p>คลื่นเกิดจากการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลางและไม่อาศัยตัวกลาง ในคลื่นกล พลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลาง โดยอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่อง และมีรูปแบบที่ซ้ำกัน บรรยายได้ด้วยควมยาวคลื่น ความถี่ แอมพลิจูด</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.3 ม.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูล ที่รวบรวมได้</p>	<p>คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลาง ในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้างมาก เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ละช่วงความถี่มีชื่อเรียกต่างกัน ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้</p>

<p>ว 2.3 ม.3/12</p> <p>ตระหนักถึง ประโยชน์และ อันตรายจากคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าโดย นำเสนอการใช้ ประโยชน์ในด้าน ต่าง ๆ และอันตราย จากคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าใน ชีวิตประจำวัน</p>	<p>1. เลเซอร์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเดียวเป็นลำแสงขนานและมีความ เข้มสูง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการสื่อสาร มีการใช้เลเซอร์สำหรับส่งสารสนเทศผ่านเส้นใยนำแสงโดยอาศัยหลักการสะท้อนกลับ หมดของแสง ด้านการแพทย์ใช้ในการผ่าตัด</p> <p>2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับรังสีแกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงและสามารถทะลุผ่าน เซลล์และอวัยวะได้ อาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้เมื่อได้รับรังสีแกมมา ในปริมาณสูง</p>
---	---

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 2.3 ม.3/13 ออกแบบการทดลองและ ดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการ อธิบายกฎการสะท้อนของแสง</p> <p>ว 2.3 ม.3/14 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา</p>	<p>เมื่อแสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อน ซึ่งเป็นไป ตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบเส้น แนวฉาก รังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตก กระทบเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจาก รังสีสะท้อนตัดกัน หรือต่อแนวรังสีสะท้อนให้ตัดกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริงจะเกิดภาพจริง แต่ถ้า ต่อแนวรังสีสะท้อนให้ไปตัดกันจะเกิดภาพเสมือน</p>
<p>ว 2.3 ม.3/15 อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่าน ตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบาย</p>	<p>เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิดการหักเห</p>

<p>การกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p>	<p>หรืออาจเกิดการสะท้อนกลับหมดในตัวกลางที่แสงตกกระทบ การหักเหของแสงผ่านเลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ</p>
<p>ว 2.3 ม.3/16 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง</p>	<p>แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่าสเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกันจึงมีการหักเหต่างกัน</p>
<p>ว 2.3 ม.3/17 อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ว 2.3 ม.3/18 เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา</p>	<p>ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัสเพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้นและสายตายาว เป็นเพราะตำแหน่งที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดีจึงต้องใช้เลนส์ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตาปกติ โดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตายาวใช้เลนส์นูน</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>2.3 ม.3/19 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ว 2.3 ม.3/20 วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง ว 2.3 ม.3/21 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่อง ความสว่างของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะการจัดการความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ</p>	<p>ความสว่างของแสงมีผลต่อดวงตามนุษย์ การใช้สายตาในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างไม่เหมาะสมจะเป็นอันตรายต่อดวงตา เช่น การดูวัตถุในที่มีความสว่างมากหรือน้อยเกินไป การจ้องดูหน้าจอภาพเป็นเวลานาน ความสว่างบนพื้นที่รับแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ ความรู้เกี่ยวกับความสว่างสามารถนำมาใช้จัดการความสว่างให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดการความสว่างที่เหมาะสมสำหรับการอ่านหนังสือ</p>

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตารางที่ 2.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว 3.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 3.1 ม.3/1 อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$	ในระบบสุริยะมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง โดยมีดาวเคราะห์และบริวาร ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอื่น ๆ เช่น วัตถุคอยเปอร์ โคจรอยู่โดยรอบ ซึ่งดาวเคราะห์และวัตถุเหล่านี้โคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงโน้มถ่วงเป็นแรงดึงดูดระหว่างวัตถุสองวัตถุโดยเป็นสัดส่วนกับผลคูณของมวลทั้งสองและเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง แสดงได้โดยสมการ $F = (Gm_1m_2)/r^2$ เมื่อ F แทนแรงโน้มถ่วง G แทนค่านิจโน้มถ่วงสากล m_1 และ m_2 แทนมวลวัตถุที่หนึ่งและสอง และ r แทนระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 3.1 ม.3/2 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์	การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจรทำให้ส่วนต่าง ๆ บนโลกได้รับปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในรอบปีเกิดเป็นฤดู กลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากัน และตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าและเส้นทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปในรอบปีซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต
ว 3.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้น ข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้น	1. ดวงจันทร์โคจรรอบโลก โลกและดวงจันทร์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์รับแสงจากดวงอาทิตย์ครึ่งดวง

<p>และตกของดวงจันทร์และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง</p>	<p>ตลอดเวลา เมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลก ได้หันส่วนสว่างมายังโลกแตกต่างกัน จึงทำให้คนบนโลกสังเกตเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์แตกต่างกันไปในแต่ละวันเกิดเป็นข้างขึ้นข้างแรม</p> <p>2. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกันกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นเข้าไปประมาณวันละ 50 นาที</p> <p>3. แรงแม่เหล็กที่ดวงจันทร์ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก วันที่น้ำมีระดับการขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดเรียก วันน้ำเกิด ส่วนวันที่ระดับน้ำมีการขึ้นและลงน้อยเรียก วันน้ำตาย โดยวันน้ำเกิด น้ำตาย มีความสัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม</p>
<p>ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>เทคโนโลยีอวกาศได้มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันมากมาย มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศ เช่น ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (GNSS) การติดตามพายุ สถานการณ์ไฟป่า ดาวเทียมช่วยภัยแล้ง การตรวจคราบน้ำมันในทะเล</p>

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 3.1 ม.3/4 อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>โครงการสำรวจอวกาศต่าง ๆ ได้พัฒนาเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจต่อโลก ระบบสุริยะและเอกภพมากขึ้นเป็นลำดับ ตัวอย่างโครงการสำรวจอวกาศ เช่น การสำรวจสิ่งมีชีวิตนอกโลก การสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ การสำรวจดาวอังคารและบริวารอื่นของดวงอาทิตย์</p>

จากสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐาน และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้นำสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและ

ความหลากหลายทางชีวภาพ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ ไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการใช้เกมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนจะให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา มีการนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น รวมทั้งผลการเล่นเกมมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเป็นอย่างมาก ในกิจกรรมการเรียนการสอน (ทิตนา แคมมณี, 2563) นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานที่สอดคล้องกัน อาทิเช่น ธนัญภัทร์ ศรีเนธิยวดี (2564) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยเป็นผู้เล่นเกมเอง และในขณะที่เล่นเกมผู้เรียนจะได้รับความสนุกสนานท้าทายพร้อมทั้งเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมานั้นอยู่คงทนและมีความหมาย ทินกร พันเดช (2561) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำเกมมาใช้โดยให้ผู้เรียนเล่นเกม และหลังจากที่ผู้เรียนเล่นเกมผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงถึงเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้ และสอดคล้องกับ กฤดาภัทร สีหารี (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนเทคนิคหรือทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการโดยผู้เรียนจะเล่นเกมตามกติกาและนำเนื้อหาสาระ ข้อมูลของเกม วิธีการเล่นเกม และผลการเล่นเกมมาใช้เพื่อสรุปการเรียนรู้

จากความหมายการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เล่นเกมตามกติกา ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองในขณะที่เล่นเกม โดยนำเนื้อหาสาระ ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้

2.2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีจุดเน้นที่สำคัญคือการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ได้ฝึกฝนเทคนิค หรือทักษะต่าง ๆ

ที่ต้องการโดยใช้วิธีการเล่นเกม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนและสามารถสรุปความรู้ที่ได้รับอย่างสนุกสนาน ทิศนา แคมมณี (2563) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้ของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน คือ ผู้สอน ผู้เรียน เกม กติกา การเล่นเกม การอภิปรายผลการเล่นเกม และผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในขณะที่ ณีภูษา พิวงมา (2564) และ รุปนัท สุวรรณกนิษฐ์, 2560) กล่าวว่า ส่วนสำคัญของการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานคือต้องมีเป้าหมาย ซึ่งจุดมุ่งหมายของแต่ละเกมนั้นจะขึ้นอยู่กับผู้เล่น จุดมุ่งหมายการเล่นเกมนั้นเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การสอน อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเป็นฐานคือกฎเกณฑ์ในการเล่นเกมที่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น เกมมักจะถูกวางกฎเกณฑ์ให้เหมาะสมตามแต่ละสถานการณ์ การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานสามารถสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน สามารถให้ความคิดเห็นของคนที่หลากหลายรวมกันเป็นเป้าหมายเดียวกันได้ เปิดโอกาสในการรับรู้เนื้อหาสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสภาพแวดล้อมจริงได้ ลดความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน คือ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปพร้อม ๆ กับความสนุกสนานผ่านการเล่นเกมตามกติกา โดยเกมที่ใช้จะสอดแทรกเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และในท้ายที่สุดผู้เรียนต้องสามารถสรุปความรู้ที่ได้รับหรือมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

2.2.3 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีผู้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ได้อย่างสนุกสนานและเกิดความรู้สึกท้าทายในการเรียน โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้เล่นเกมเองจึงทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียน ทำให้ห้องเรียนเต็มไปด้วยความรู้และความสนุกสนาน (ทิศนา แคมมณี, 2563) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูงได้ง่ายขึ้น เพราะหลังจากที่ผู้เรียนเล่นเกมจะต้องร่วมกันอภิปรายถึงผลจากการเล่นเพื่อเชื่อมโยงไปถึงเนื้อหาสาระ จากนั้นผู้เรียนต้องร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเป็นกระบวนการที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการเล่นเกม และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Oakman, 2016) เพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น การปฏิบัติตนตาม

กฎกติกา การกล้าตัดสินใจ การรู้แพ้ รู้ชนะ มีน้ำใจนักกีฬา (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2562) เพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน เพราะเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันขณะเล่นเกมโดยมีครูคอยสังเกตการเล่นของผู้เรียน (Rastegarpour & Marashi, 2012) และเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานควบคู่ไปกับการได้รับความรู้ (Cojocariu & Boghian, 2014)

จากวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมีวัตถุประสงค์ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้

2.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานต้องทำให้เกิดผลตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจ ได้รับความสนุกสนานและเพลิดเพลิน ทิศนา ขัมมณี (2563) กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้เกมไว้ว่ามีขั้นตอนดังนี้

1) ชี้นำเสนอเกม หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีและกติกาการเล่นให้กับผู้เรียน การนำเสนอเกมให้กับผู้เรียนจะต้องเลือกเกมที่มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ไม่ใช่การเล่นเพื่อได้รับความสนุกสนานเพียงอย่างเดียว โดยผู้สอนอาจเป็นผู้สร้างเกมขึ้นมาเองให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการสอนของตนเอง หรือนำเกมที่มีผู้อื่นสร้างขึ้นไว้แล้วมาปรับให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการสอนของตนเองก็ได้ การชี้แจงวิธีและกติกาการเล่นถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากเกมแต่ละเกมจะมีวิธีการเล่นและกติกาการเล่นที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะในเกมที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อนการอธิบายหรือชี้แจงวิธีการและกติกาการเล่นจะต้องจัดลำดับขั้นตอนให้ดีและให้รายละเอียดที่ชัดเจน

2) ขั้นเล่นเกม หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนเล่นเกมตามวิธีและกติกาการเล่นที่ผู้สอนได้ชี้แจง โดยการเล่นของผู้เรียนควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ผู้สอนควรกำหนดระยะเวลาในการเล่นและสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่เล่นเกม และในการเล่นผู้สอนควรจัดสถานที่ในการเล่นให้อยู่ในสภาพที่เอื้อต่อการเล่น เพื่อให้การเล่นเป็นไปอย่างราบรื่นไม่ติดขัดและไม่เสียอารมณ์ของผู้เล่นซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ขั้นอภิปรายและสรุปความรู้ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนจะร่วมกันอภิปรายหลังการเล่นเกี่ยวกับผลการเล่นเกม วิธีการเล่น หรือพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียน และในขั้นนี้ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเกมที่ใช้ ในการอภิปรายหลังการเล่นเป็นอีกหนึ่งขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก หากขาดขั้นตอนนี้ไปการเล่นนั้นก็จะเป็นแค่เพียงการเล่นธรรมดา ๆ ไม่ใช่การจัดการเรียนรู้ การอภิปรายควรมุ่งประเด็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสอนนั้น ๆ จากนั้นผู้เรียนจะสรุปความรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้

4) ขั้นประเมินผล หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปพัฒนาการเลือกเกมหรือการสร้างเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2562) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานที่สอดคล้องกับขั้นตอนที่กล่าวไปข้างต้น โดยแจกรายละเอียดจากขั้นตอนข้างต้นออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ผู้สอนนำเสนอเกม และชี้แจงจุดประสงค์ของการเล่นเกมให้ผู้เรียนได้ทราบ
- 2) จัดสภาพห้องเรียนให้พร้อมกับการเล่นเกม
- 3) อธิบายกฎ กติกา วิธีการเล่นเกม และระยะเวลาในการเล่น
- 4) ผู้สอนสาธิตวิธีการเล่นเกม และตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับการเล่นเกมของผู้เรียน
- 5) ผู้เรียนเล่นเกมตามวิธีการ กฎ กติกา ที่ผู้สอนได้ชี้แจง โดยที่ผู้เรียนทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการเล่นอย่างยุติธรรม

6) หลังการเล่น เกม ผู้สอนประกาศผลผู้ชนะและอาจมีการให้รางวัล รวมทั้งให้ผู้เรียนระบุประเด็นความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม

ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานของ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2562) ที่ได้กล่าวในข้างต้นมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมของ เยาวพา เดชะคุปต์ (2542) ที่ได้นำเสนอไว้ว่ามีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 1) การจัดชั้นเรียน โดยผู้สอนควรรู้ว่าการจัดชั้นเรียนควรเป็นแบบใดจึงจะได้ผลมากที่สุด
- 2) การอธิบายวิธีการเล่น ผู้สอนต้องสอนวิธีการเล่นด้วยคำพูดที่ชัดเจน ชัดถ้อยชัดคำ กะทัดรัด ไม่ซ้ำหรือเร็วจนเกินไป ควรยื่นให้ผู้เรียนทุกคนเห็นหน้าและได้ยินอย่างทั่วถึง
- 3) การสาธิตการเล่น หากผู้สอนอธิบายวิธีการเล่นแล้วผู้เรียนบางคนยังไม่เข้าใจ ผู้สอนจะต้องสาธิตการเล่นโดยอาจจะสาธิตซ้ำ ๆ หรือสาธิตการเล่นไปพร้อม ๆ คำอธิบาย
- 4) การปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเข้าใจวิธีการเล่นตามคำอธิบายหรือการสาธิตวิธีการเล่น ผู้เรียนลงมือเล่นเกมเองโดยที่ควรให้เล่นนานพอสมควร และผู้สอนควรดูแลผู้เรียนให้ได้เล่นอย่างทั่วถึง
- 5) การติดตามผล ผู้สอนควรติดตามผลการเล่นเกมของผู้เรียน เพื่อดูว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามที่ผู้สอนตั้งไว้หรือไม่

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน จะเห็นได้ว่าในขั้นการอภิปรายเป็นขั้นที่สำคัญมาก และมีความท้าทายสำหรับผู้สอน เนื่องจากผู้สอนต้องใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายที่เชื่อมโยงถึงเนื้อหาสาระ และวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2552) จึงได้นำเสนอขั้นตอนในการอภิปรายหลังจากการเล่นเพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สอน ดังนี้

- 1) ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายของผู้เรียน ตัวอย่างคำถาม เช่น ผู้ชนะและผู้แพ้มีความรู้สึกอย่างไรหลังจากเล่นเกม ผู้แพ้คิดว่าเพราะเหตุใดตนจึงแพ้ ผู้ชนะคิดว่าเพราะเหตุใดตนจึงชนะ หรือผู้ชนะมีวิธีการเล่นเกมอย่างไรให้ชนะ
- 2) ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับทักษะต่าง ๆ หรือเทคนิคที่ผู้เรียนได้รับจากการเล่นเกม ตัวอย่างคำถาม เช่น ผู้เรียนคิดว่าตนได้พัฒนาทักษะใดมาก และได้รับการพัฒนามากน้อยเพียงใด ผู้เรียนรู้สึก

ว่าตนประสบความสำเร็จในการเล่นหรือไม่ มีข้อผิดพลาดใดบ้าง และควรทำอย่างไรให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

3) ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาสาระหรือความรู้ที่ได้รับ โดยอาจให้ผู้เรียนเขียนเป็นผังโน้ตสรุปความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานที่นักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ เยาวพา เดชะคุปต์ (2542) สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2562) และทิตนา แชมมณี (2563) ได้นำเสนอไว้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ในงานวิจัย

เยาวพา เดชะคุปต์ (2542)	สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คณะ (2562)	ทิตนา แชมมณี (2563)	ผู้วิจัย
1) จัดชั้นเรียน	1) นำเสนอเกม	1) นำเสนอเกม	1) แนะนำเกม
2) อธิบายวิธีการเล่น	2) จัดสภาพห้องเรียน	2) เล่นเกม	2) เล่นตามกติกา
3) สาธิตการเล่น	3) อธิบายกฎ กติกา วิธีการ เล่นเกม	3) อภิปรายและสรุป ความรู้	3) ประยุกต์ใช้ CER
4) ปฏิบัติ	4) สาธิตวิธีการเล่นเกม	4) ประเมินผล	4) อภิปรายสะท้อนผล
5) ติดตามผล	5) เล่นเกมตามวิธีการ กฎ กติกา		5) ประเมินผล
	6) ประกาศผลผู้ชนะ ผู้เรียน ระบุประเด็นความรู้ที่ได้จาก		

	การเล่น		
--	---------	--	--

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ผู้สอนนำเสนอเกม และชี้แจงกติกาการเล่น ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ และขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมาใช้คู่กับเทคนิค CER จึงสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 แนะนำเกม ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล และขั้นที่ 5 ประเมินผล

2.2.5 ประเภทของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

การแบ่งประเภทของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน สามารถแบ่งได้ตามลักษณะรูปแบบ และอุปกรณ์ในการเล่น ดังนี้

หมันท์ ธาตุทอง (2554) และ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2552) ได้แบ่งประเภทของเกมตามลักษณะ รูปแบบ และอุปกรณ์ในการเล่น ที่มีความสอดคล้องกัน ดังนี้

1) เกมเบ็ดเตล็ด มีลักษณะเป็นเกมที่ง่าย สามารถจัดให้เล่นได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การเล่นนั้นไปสู่จุดหมายในระยะเวลาอันสั้น หรือเพื่อเสริมสร้างทักษะในเบื้องต้น

2) เกมเล่นเป็นนิยาย มีลักษณะเป็นเกมที่เน้นการแสดงออกท่าทางต่าง ๆ และการเคลื่อนไหวในรูปของการเล่นหรือการแสดง โดยมีการกำหนดบทบาทสมมติและแสดงตามความเข้าใจของผู้แสดงแต่ละคน และดำเนินเรื่องไปตามเนื้อหาที่เล่น

3) เกมประเภทสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นเกมที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกมที่ต้องใช้สมองคิด หรือการแสดงความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อให้กิจกรรมการเล่นเป็นไปอย่างสนุกสนาน

4) เกมประเภทชิงที่หมายไล่จับ แบ่งออกเป็น

4.1) เกมประเภทชิงที่หมาย มีลักษณะเป็นเกมที่ต้องใช้ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความคล่องตัว ไหวพริบ และการตัดสินใจ ในการชิงที่หมายหรือเป้าหมายให้ได้เร็วที่สุด

4.2) เกมประเภทไล่จับ ลักษณะเป็นเกมที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความรวดเร็ว และความคล่องตัว ในการหลบหลีกไม่ให้ถูกจับ

5) เกมประเภทรายบุคคล มีลักษณะเป็นเกมที่ต้องใช้ความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นหลัก ใครสามารถทำได้ดีที่สุดและถูกต้องก็เป็นผู้ชนะ

6) เกมแบบหมู่หรือผลัด มีลักษณะเป็นเกมที่ต้องแข่งขันระหว่างกลุ่ม และต้องอาศัยความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะไม่ยุ่งเกี่ยวกับกลุ่มอื่น ๆ ทุกคนในกลุ่มจะพยายามอย่างเต็มที่เพื่อเป็นประโยชน์ของกลุ่ม

7) เกมพื้นบ้าน มีลักษณะเป็นเกมที่เล่นกันในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งแสดงออกถึงความเป็นเอกลักษณ์หรือวัฒนธรรม ประเพณีของแต่ละท้องถิ่น

8) เกมนำไปสู่กีฬาใหญ่ มีลักษณะเป็นเกมที่ต้องใช้ทักษะในขั้นสูงขึ้นไป โดยนำกีฬามาดัดแปลงให้มีกฎ กติกาที่น้อยลง เล่นได้ง่ายขึ้น มีทั้งการเล่นแบบบุคคลและแบบกลุ่ม

9) เกมละลายพฤติกรรม มีลักษณะเป็นเกมที่ให้ผู้เรียนที่ยังไม่เคยรู้จักกันจึงไม่กล้าแสดงออกมาปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้มีความกล้าแสดงออก และเกิดความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

10) เกมสันทนาการ มีลักษณะเป็นเกมที่สนุกสนาน เพลิดเพลิน และผ่อนคลาย สามารถเล่นได้ทุกเพศ ทุกวัย

11) เกมเพื่อประสบการณ์เรียนรู้ มีลักษณะเป็นเกมที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนในการเล่นอย่างชัดเจน เปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้ทำกิจกรรมร่วมกัน และหลังจากเล่นเกมจะต้องนำเสนอหาสาระ ข้อมูลของเกม วิธีการเล่น พฤติกรรมการเล่น และผลการเล่นเกมมาอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดหรือความรู้ให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาหรือบทเรียนที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

อย่างไรก็ตาม การแบ่งประเภทของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน สามารถแบ่งตามจุดประสงค์ในการสร้างเกมได้ 2 ประเภท (Cojocariu & Boghian, 2014) ดังนี้

1) เกมการศึกษา (Educational game) เป็นเกมที่เล่นเพื่อความสนุกสนานและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อาจเล่นคนเดียวหรือเล่นเป็นกลุ่มโดยที่ไม่ได้มีการแข่งขัน ไม่ต้องหาผู้แพ้หรือผู้ชนะ บุญชู สนั่นเสียง (2557) และ สุภาวิณี ปลายบัว (2559) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมการศึกษาว่าเป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระได้อย่างสนุกสนาน และช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยจะเน้นที่การพัฒนาด้านสติปัญญา

2) เกมการสอน (Didactic game) เป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เล่นเพื่อเรียนรู้เนื้อหา เกมการสอนจะมีความเฉพาะเจาะจงต่อเนื้อหาสาระ และมีลักษณะที่สำคัญคือ ต้องเป็นเกมที่มีการแข่งขัน มีผู้แพ้ ผู้ชนะ มีกติกาในการเล่น มีความท้าทาย เป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนต้องเลือกตัดสินใจ มีความตื่นตัว และเกิดความสนุกสนานในขณะที่เล่นเกม

จากประเภทของเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานข้างต้น สรุปได้ว่า เกมมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ทั้งเกมการศึกษาและเกมการสอนควบคู่กันในการจัดการเรียนรู้

2.2.6 วิธีการวัดผลของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน

เมื่อผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลทางการศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้ สมนึก ภัททิยธนี (2560) กล่าวว่า การวัดผลทางการศึกษา หมายถึง กระบวนการในการประเมินความสามารถที่ผู้เรียนแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการ ซึ่งพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมานั้นเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้สอนสามารถประเมินได้โดยใช้เครื่องมือทางการศึกษาอย่างใดอย่างหนึ่งมาวัดผลออกมาเป็นคะแนนหรือข้อมูล และการประเมินผลทางการศึกษา

หมายถึง การนำคะแนนหรือข้อมูลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษามาวินิจฉัยหรือตัดสินโดยอิงตามเกณฑ์การประเมินอย่างใดอย่างหนึ่ง

การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานสามารถตั้งวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามหลักทางการศึกษา คือ การตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวคิดทางการศึกษาของบลูมและคณะ (Bloom et al., 1956) โดยการแบ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย หรือตามแนวคิดของกาเย่และคณะ (Gagne et al., 1992) ซึ่งจำแนกประเภทของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 5 ด้าน แต่ละด้านมีความเชื่อมโยงกับกระบวนการของการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้มากกว่าแนวคิดทางการศึกษาของบลูมและคณะ (สมนึก ภัททิยธนี, 2560) ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 จุดมุ่งหมายทางการศึกษาและพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเล่นเกมตามแนวคิดของกาเย่และคณะ (Gagne et al., 1992)

จุดมุ่งหมายทางการศึกษา	พฤติกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดพฤติกรรม	พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกระหว่างการเล่นเกม
1. ทักษะทางปัญญา	การจำแนก	ความสามารถในการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ	การแยกรูปร่าง การแยกคู่เหมือน คู่ที่แตกต่าง การแยกการ์ด แยกเหรียญ
	มโนทัศน์รูปธรรม	ความสามารถในการจัดสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกัน	การจัดหรือวางตำแหน่งสิ่งของ อุปกรณ์ ตามภารกิจที่ได้รับ การจัดกลุ่มสิ่งของ
	มโนทัศน์นิยาม	ความสามารถในการ	การอธิบายเนื้อหาภายในเกม

		บอกความหมายของสิ่งต่าง ๆ	ด้วยภาษาของตนเอง
	กฎ	การปฏิบัติตามกฎในสถานการณ์ต่าง ๆ	การเล่นเกมตามกฎ กติกาต่าง ๆ ของเกม
	การแก้ปัญหา	ความสามารถในการนำหลักในการแก้ปัญหามาแก้ปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ใหม่	การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเกม
2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด	ความสามารถของกระบวนการทางสมองในการคิดอย่างชาญฉลาด		การวางแผนการเล่นเกมที่สามารถทำให้ชนะได้อย่างรวดเร็ว หรือการปรับแผนการเล่นเกมที่ให้สามารถเอาชนะได้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

จุดมุ่งหมายทางการศึกษา	พฤติกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดพฤติกรรม	พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกระหว่างการเล่นเกม
3. สารสนเทศ	การเรียนรู้ชื่อ	ความสามารถในการจำชื่อและบอกชื่อได้	การจดจำชื่อเรื่องหรือตัวละครในเกม
	การเรียนรู้ชื่อเท็จจริง	ความสามารถในการจดจำชื่อเท็จจริงต่าง ๆ	การจดจำเนื้อหาสาระภายในเกม
	การเรียนรู้เรื่องราว	ความสามารถในการเชื่อมโยงชื่อเท็จจริงที่ได้จัดระบบไว้	การเชื่อมโยงเรื่องราวต่าง ๆ และลำดับเรื่องราวในเกมได้
4. ทักษะการเคลื่อนไหว	ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อและอวัยวะส่วนต่าง ๆ		การเขียน วาด ลากเส้นที่เป็นส่วนหนึ่งของเกม

		บางประเภท
5. เจตคติ	ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ	รู้สึกสนุก มีความสุข ท้าทาย ชื่นชอบในวิชา

การตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวทางของกาเยและคณะ เป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถนำไปสู่การกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตามผู้สอนสามารถตั้งพฤติกรรมการเรียนรู้จากแนวคิดของบลูมและคณะ จากแนวคิดของนักวิชาการศึกษาท่านอื่น ๆ หรือจากปัญหาของผู้เรียน นอกจากนี้ อารมณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้นำเสนอการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานไว้ ดังนี้

1) ใช้การสังเกต โดยผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่านักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรหรือมีทักษะในการคิดอย่างไรในการเล่นเกมนั้น บันทึกข้อมูลการแสดงผลเชิงพฤติกรรมของผู้เรียนและประเมินผลโดยการให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน (Rubric score)

2) ใช้การสอบถาม โดยสามารถทำแบบสอบถามอย่างง่ายให้ผู้เรียนทำหลังการเล่นเกม

3) ใช้การทดสอบ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ผู้สอนสอดแทรกไว้ในเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4) ใช้การถอดบทเรียน โดยผู้สอนชวนผู้เรียนตอบคำถามหลังจากการเล่นเกมที่วัดความเข้าใจในบทเรียนจากการเล่นเกม ใช้การสะท้อนผลบทเรียน (Reflection) โดยให้ผู้เรียนประเมินตนเองและประเมินเพื่อน มีแนวทางการใช้คำถาม ดังนี้

4.1) ด้านความรู้ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหลังจากการเล่นเกม

4.2) ด้านทักษะกระบวนการ เช่น หลังจากเล่นเกมผู้เรียนคิดว่าตนได้ฝึกทักษะใดบ้าง

4.3) ด้านเจตคติ เช่น ผู้เรียนรู้สึกอย่างไรหลังจากที่เล่นเกม หรือรู้สึกประทับใจอะไรบ้างในเกม

4.4) ด้านการประยุกต์ใช้ เช่น สิ่งที่ได้จากการเล่นเกมสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ได้อย่างไร

จากวิธีการวัดผลของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน สรุปได้ว่า ผู้สอนสามารถตั้งวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทางการศึกษาของบลูมและคณะ แนวคิดของกาเยและคณะ แนวคิดของนักวิชาการศึกษาท่านอื่น ๆ หรือจากปัญหาของผู้เรียน โดยวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ต้องตั้งอยู่บนความเชื่อของการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ได้โดยใช้การสังเกต การสอบถาม การทดสอบ และการถอดบทเรียน

2.3 เทคนิค CER

2.3.1 ความหมายของเทคนิค CER

เทคนิค CER (Claim-Evidence-Reasoning) หมายถึง เทคนิคข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2562) อย่างไรก็ตาม นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของเทคนิค CER ที่สอดคล้องกัน อาทิเช่น นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ (2562) กล่าวว่า เทคนิค CER หมายถึง เทคนิคที่ใช้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล สันติชัย อนุวรชัย (2557) กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นเทคนิคในการสร้างข้อความที่ใช้อธิบายความหมายหรือการกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องสร้างจากเหตุผลและมีความสอดคล้องกับหลักฐาน McNeill et al. (2012) กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละองค์ประกอบของเทคนิคนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยผ่านการวิเคราะห์พิจารณาหลักฐานที่นำมาประกอบเหตุผลในการอธิบาย

จากความหมายของเทคนิค CER ข้างต้น สรุปได้ว่าเทคนิค CER หมายถึง กลวิธีในการเสริมการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยการให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในการสรุปผลการเรียนรู้ที่แสดงถึงหลักฐานและคำอธิบายการเรียนรู้

2.3.2 องค์ประกอบของเทคนิค CER

สสวท. (2562) ได้กล่าวถึง เทคนิค CER ว่ามีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

- 1) คำตอบหรือข้อสรุป (Claim) คือ การสร้างคำตอบหรือข้อสรุปจากการทำกิจกรรม
- 2) หลักฐานที่นำมาสนับสนุนคำตอบ (Evidence) คือ สิ่งที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาสนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป
- 3) เหตุผล (Reasoning) คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ของคำตอบหรือข้อสรุปกับหลักฐานที่นำมาสนับสนุน

สันติชัย อนุวรชัย (2557) กล่าวว่า เทคนิค CER ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบหรือข้อยืนยันที่ได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์
- 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
- 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ คำอธิบายที่นำมาแสดงความเชื่อมโยงของหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

Allen and Rogers (2015) กล่าวถึง เทคนิค CER ว่ามีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) การให้เหตุผล (Reasoning)

- 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อความที่เป็นข้อสรุปของคำถาม
- 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อความที่ได้กล่าวอ้าง
- 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

McNeill et al. (2012) ได้นำเสนอว่า เทคนิค CER มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อมูลหรือข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์

3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นำมาแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งทำให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ

จากองค์ประกอบของเทคนิค CER ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเทคนิค CER ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การสร้างข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ส่วนที่ 2 หลักฐาน (Evidence) คือ ชุดข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และส่วนที่ 3 การให้เหตุผล (Reasoning) คือ คำอธิบายที่นำมาประกอบเพื่อรองรับหลักฐานนั้น

2.3.3 ประโยชน์ของเทคนิค CER

เทคนิค CER เป็นหนึ่งในเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารของผู้เรียน (ฐิติรัตน์ สุรทินต์, 2565) เนื่องจากการที่ผู้เรียนจะสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปขึ้นมาได้นั้น ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการอธิบายข้อมูล ตลอดจนการใช้หลักฐานที่ได้จากการสังเกตหรือการรวบรวมความรู้มาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปนั้น และช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารความรู้ความเข้าใจของตนเองออกมาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบและหลักฐานที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมประกอบกับหลักการหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้รวมกันเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ (สสวท., 2562) สอดคล้องกับ Allen and Rogers (2015) ที่กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.3.4 การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การปฏิบัติ และสร้างคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ อาทิเช่น

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความคิด (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่กระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเพื่อนำไปเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ใกล้เคียง และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ (1) การทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัย (2) การจัดให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบในสิ่งที่สนใจหรือสงสัย (3) การจัดให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามหรืออธิบาย

ข้อมูลในสิ่งที่สนใจตามความเข้าใจ (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2562) โดยการนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจะใช้ในขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยการสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุป และแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบายหรือข้อสรุปนั้น พร้อมแสดงเหตุผลสนับสนุนเพื่อชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายหรือข้อสรุปกับหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

2) การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based inquiry learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมการศึกษาเป็นสภาพแวดล้อมในการสืบสอบ มีการออกแบบเกมที่ช่วยส่งเสริมการสืบสอบร่วมกัน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ ขั้นที่ 2 อธิบายเกม ขั้นที่ 3 กำหนดคำถาม ขั้นที่ 4 การสืบสอบจากเกม และขั้นที่ 5 สรุปและอภิปราย (วิศรุฒม์ เอมสมบุญ และ วิชัย เสวกงาม, 2565) การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน จะใช้ในขั้นที่ 5 สรุปและอภิปราย ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปและอภิปรายประสบการณ์จากการเล่นเกมและการสืบสอบร่วมกัน และตอบคำถามที่ได้จากการสืบสอบจากเกมโดยการสร้างคำตอบหรือข้อสรุป พร้อมนำหลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุปของตนเอง

3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยจะใช้เทคนิค CER ในการถามคำถามประกอบการเรียนรู้บนพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ (Setting Focal Event) ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามและวิเคราะห์ปัญหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรม (Learning task) และขั้นที่ 4 ทบทวนและสะท้อนคิด (Recontextualize) (นลพรรณ ไชยชนะ และคณะ, 2564) การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จะใช้ในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 เนื่องจากเป็นขั้นที่ผู้สอนต้องการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุปจากการทำกิจกรรมเพื่อแสดงความเข้าใจของตนเองโดยแสดงหลักฐานและเหตุผลอย่างเหมาะสม ให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ผู้สอนจะใช้เทคนิคการใช้คำถามในขั้นกิจกรรมซึ่งเป็นคำถามที่ต้องตอบให้ครบองค์ประกอบของเทคนิค CER คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

การนำเทคนิค CER ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร และการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากผู้เรียนต้องวิเคราะห์เนื้อหาต่าง ๆ เพื่อสร้างข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง วิเคราะห์หาหลักฐานที่เหมาะสมที่จะนำมาสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้น และวิเคราะห์หาเหตุผลซึ่งเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่นำมาสนับสนุน ซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมาใช้ร่วมกับเทคนิค CER ซึ่งได้สังเคราะห์และสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย	ผลที่เกิดขึ้น
ขั้นที่ 1 แนะนำเกม	ผู้สอนแนะนำเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยการบอกชื่อเกม และชี้แจงกติกาการเล่นเกม ให้ผู้เรียนทราบ	ผู้เรียนเข้าใจกติกาการเล่น เกม และความเชื่อมโยงของ เกมกับเนื้อหาสาระ
ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา	ผู้เรียนลงมือเล่นเกมตามกติกาที่ผู้สอนได้ชี้แจง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะร่วมกันวิเคราะห์เกมและหา แนวทางในการเล่นเกมที่ประสบความสำเร็จ	ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการ คิดวิเคราะห์จากการ วิเคราะห์เกม และเนื้อหา สาระที่สอดแทรกอยู่ในเกม

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย	ผลที่เกิดขึ้น
ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER	ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อให้ได้คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างข้อสรุปที่ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ผู้เรียนจะเขียน ข้อสรุปหรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ทางวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจ 2) หลักฐาน (Evidence) ผู้เรียนจะร่วมมือกัน หาข้อมูลที่เหมาะสมมาสนับสนุนข้อสรุปหรือ คำตอบ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) ผู้เรียนจะ	ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการ คิดวิเคราะห์จากการสร้าง ข้อสรุปเพื่อให้ได้คำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ เนื้อหา การวิเคราะห์ความ สัมพันธ์ และการวิเคราะห์ หลักการ

	ชี้แจงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน	
ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มอื่นสามารถโต้แย้งหากเห็นว่าคำอธิบายนั้นไม่ถูกต้องหรือมีเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ โดยครูจะคอยให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน	ผู้เรียนได้อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ ได้สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้และประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
ขั้นที่ 5 ประเมินผล	ผู้สอนประเมินความเข้าใจหรือมโนทัศน์ของผู้เรียนโดยตรวจการสรุบบ้างของผู้เรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น	ผู้สอนได้ทราบถึงความเข้าใจหรือมโนทัศน์ของผู้เรียน

2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของทักษะการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) คือการคิดไตร่ตรองโดยใช้เหตุผลเป็นหนึ่งในขั้นตอนของการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า (Bloom et al., 1956) พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้ให้ความหมายของคำว่า “คิด” หมายถึง ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาคคเน คำนวน มุ่ง จงใจ ตั้งใจ นึก ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ “วิเคราะห์” หมายถึง ไคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2557) ดังนั้น การคิดวิเคราะห์ จึงหมายถึง การไคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนรอบคอบเพื่อแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งที่ต้องการศึกษาออกเป็นส่วน ๆ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2559) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การจำแนก แยกแยะ เปรียบเทียบ จัดกลุ่มข้อมูลอย่างเป็นระบบ การระบุปัญหา ระบุเหตุผล การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือการตรวจสอบข้อมูล นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เช่น ทิศนา ขัมมณี (2563) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแยกแยะและทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รวมทั้งการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบของสิ่งนั้น วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง

การจำแนกส่วนประกอบต่าง ๆ หรือการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญโดยใช้ความรู้ความเข้าใจอย่างละเอียดรอบคอบ และเป็นเหตุเป็นผล สุวิทย์ มูลคำ (2550) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น

จากความหมายของทักษะการคิดวิเคราะห์ข้างต้น นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ และการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยการใช้เหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

2.4.2 ความสำคัญของทักษะการคิดวิเคราะห์

ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Skills) เป็นทักษะที่สำคัญในการทำงานและการดำเนินชีวิต เพราะการคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการคิดขั้นสูงทั้งการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 (ฐิติรัตน์ สุรทินนท์, 2565) ซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาในปัจจุบันที่ต้องการให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตหรือการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในโลกอนาคต ดังนั้น บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีทักษะในการทำงานเหนือกว่าบุคคลอื่น ๆ ทั้งในด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต สุวิทย์ มูลคำ (2550) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญต่อการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบเพื่อหาความสอดคล้องหรือความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบในเรื่องนั้น ๆ ช่วยให้ทราบข้อเท็จจริงและเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านที่กล่าวว่าทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต เช่น สุธีรัตน์ อักษรกาญจน์ (2562) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้สามารถแยกแยะ และหาความสำคัญของสาระสำคัญไม่ว่าจะเป็นข้อมูลหรือข่าวสารต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากสังคมในปัจจุบันเป็นสังคมที่มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ดังนั้น มนุษย์จึงต้องพิจารณาเลือกรับข่าวสารที่เป็นประโยชน์และมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับที่ ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2557) ได้กล่าวว่า สังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้สังคมมีทางเลือกที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น บุคคลในสังคมไทยจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แยกแยะ การคิดเกี่ยวกับความดีงาม ความเหมาะสมถูกต้อง และความมีประโยชน์ของทางเลือกต่าง ๆ

จากความสำคัญของทักษะการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่จะนำไปสู่การพัฒนาการคิดขั้นสูงอื่น ๆ และช่วยในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้ เช่น ทักษะในการทำงาน ทักษะในการดำเนินชีวิต ช่วยให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม มีวิจารณญาณในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และมีความน่าเชื่อถือ

2.4.3 องค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์

Bloom et al. (1956) ได้นำเสนอว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา (Analysis of element) คือ ความสามารถในการจำแนกหรือแยกแยะได้ว่าสิ่งใดคือสิ่งที่สำคัญหรือมีความจำเป็นมากที่สุด ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิด เป็นการคิดพิจารณาว่าสิ่งนั้น ๆ หรือเหตุการณ์นั้นจัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการคิดพิจารณาว่าสิ่งใดมีความสำคัญ สิ่งใดไม่มีความสำคัญ การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการหาข้อความหลักหรือสาระสำคัญของสิ่งต่าง ๆ และการวิเคราะห์เลขนัย เป็นการคิดพิจารณาถึงสิ่งที่แอบซ่อนอยู่

2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ว่าสิ่งต่าง ๆ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร หรือมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด มีความสัมพันธ์แบบสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ การวิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ การวิเคราะห์หาสาเหตุและผล และการวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย

3) ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of Organizational principles) คือ การคิดพิจารณาถึงโครงสร้าง ระบบ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่าการที่ดำรงอยู่เช่นนั้นเนื่องมาจากอะไร มีหลักการเทคนิคอย่างไร หรือมีสิ่งใดเป็นสิ่งที่เชื่อมโยง ซึ่งความสามารถในการวิเคราะห์ประเภทนี้ถือว่ามีค่ามากที่สุด เพราะการที่จะสามารถวิเคราะห์เชิงหลักการ จะต้องสามารถวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา มีความรู้ ความเข้าใจ ในการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์เสียก่อน ซึ่งจะส่งผลให้สามารถวิเคราะห์และสรุปออกมาเป็นหลักการได้ ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงหลักการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการคิดหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ และการวิเคราะห์หลักการ เป็นการคิดจำแนก แยกแยะ เพื่อหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการหรือคำตอบ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่กล่าวถึงองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น คือ สุวิทย์ มูลคำ (2550) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์สามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ คือ ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ เพื่อหาองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งต่าง ๆ

2) การวิเคราะห์ความสำคัญ คือ ความสามารถในการคิดเพื่อหาความสัมพันธ์หรือความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ โดยสามารถระบุเหตุผลว่าสิ่งต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือมากน้อยเพียงใด

3) การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการหาหลักสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ด้วยหลักการใด

อย่างไรก็ตาม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2559) กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นมีองค์ประกอบด้วยกัน 4 ส่วน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการทำความเข้าใจ การตีความ และการให้เหตุผล ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล
- 2) ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ต้องการวิเคราะห์
- 3) ความสามารถในการสังเกต โดยยึดหลักว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร เมื่อใด และทำไม
- 4) ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เป็นการหาคำตอบว่าสิ่งใดที่เป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนั้น หรือสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งใดบ้าง มีผลกระทบอย่างไร มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างไร เป็นต้น

จากองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย (1) การมีความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ (2) การมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบ และ (3) การมีความสามารถในการนำสิ่งที่จำแนก แยกแยะ และหาความสัมพันธ์ได้มาสรุปเป็นหลักการ โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ

2.4.4 การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

การวัดและประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพราะจะทำให้ทราบถึงพัฒนาการของผู้เรียน และนำผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน แนวทางในการวัดและประเมินผลกระบวนการคิดสามารถจำแนกเป็น 2 แนวทาง สุวิทย์ มูลคำ (2550) ได้แก่

1) การวัดและประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบ แบ่งออกเป็น

1.1) การใช้แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้วสำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด สามารถจัดกลุ่มได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบวัดการคิดทั่วไป และแบบทดสอบวัดการคิดเฉพาะด้าน

1.2) การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดขึ้นใช้เอง ในบางครั้งการใช้แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไปอาจไม่สอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการวัด จึงสามารถสร้างแบบทดสอบวัดการคิดขึ้นใช้เองได้ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในการวัด

2) การประเมินตามสภาพจริง

อชิรกาญจน์ ดอกไม้ (2558) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทำได้โดยการใช้แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ บุคลิกภาพ ความถนัด และความสามารถในด้านต่าง ๆ หรือใช้การสังเกตจากภาระงานที่มอบหมายไว้ ซึ่งผู้เรียนปฏิบัติด้วยการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์เหมือนจริง และการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียนในการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผล และการประเมินผล ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จะต้องวัดทั้ง 3 ด้าน (ทิตานา แคมมณี, 2554) ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการสร้างเกณฑ์ที่จะใช้ในการจำแนกข้อมูล
- 2) การวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ ข้อมูลได้ตามหลักเกณฑ์
- 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

และความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1) การใช้แบบทดสอบ ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง 2) การประเมินตามสภาพจริง การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จะต้องวัดทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์หลักการ การวิเคราะห์เนื้อหา และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดข้างต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน รวมเป็น 45 คะแนน แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งแต่ละส่วนสัมพันธ์กับการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่จะต้องวัดทั้ง 3 ด้าน คือ

- 1) ข้อกล่าวอ้าง สัมพันธ์กับการวิเคราะห์เนื้อหา ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์เนื้อหาโดยจำแนกแยกแยะว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่สำคัญ หรือเนื้อหานั้นมีสาระสำคัญอย่างไร เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง
- 2) หลักฐาน สัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาว่าสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาเป็นหลักฐานประกอบการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไร
- 3) การให้เหตุผล สัมพันธ์กับการวิเคราะห์หลักการ ในส่วนนี้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์หลักการเพื่อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือหลักสำคัญของสิ่งต่าง ๆ มาระบุว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐานมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร

2.5 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า “มโนทัศน์” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “concept” หมายถึง สิ่ง que เห็นหรือภาพที่เกิดขึ้นในใจซึ่งเป็นตัวแทนของสรรพสิ่งแต่ละชนิด ในภาษาไทยอาจใช้คำอื่น ๆ แทนได้ เช่น มโนภาพ มโนคติ มโนมติ สังกัป ความคิดรวบยอด โดยแต่ละคำมีความหมายไม่แตกต่างกัน (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2550) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนทัศน์”

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของคำว่า “มโนทัศน์” ว่าหมายถึง การคิด ความคิดเห็น ภาพในใจ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2557) และมีผู้ที่ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้ กัญญรัตน์ เวชศาสตร์ (2551) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ในขณะที่ อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น และสามารถ

จำแนกเพื่อจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันและแตกต่างกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของมโนทัศน์ที่นักการศึกษาอีกหลายท่านได้กล่าวไว้ เช่น อุบลรัตน์ เฟิงสถิตย์ (2556) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดที่ได้จากการจัดกลุ่มสิ่งนั้น ๆ ตามคุณลักษณะ โดยแต่ละบุคคลจะมีมโนทัศน์ที่แตกต่างกันตามประสบการณ์ที่ได้รับ สุวิทย์ มูลคำ (2556) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ ความสามารถและความเข้าใจในการจำแนกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ตามหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อจัดหมวดหมู่สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกัน และแยกสิ่งที่มีลักษณะต่างกันไว้ในหมวดหมู่อื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น แสงเดือน อาตมยิพันธ์ (2557) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างถูกต้องตามหลักหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเป็นความสามารถในการแยกประเภทหรือจัดระบบสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะเฉพาะที่มีร่วมกัน หรือลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน อภรณ์ ใจเที่ยง (2553) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดจำแนกลักษณะที่มีความเหมือนกันของประสบการณ์ที่ได้รับอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดเป็นความคิด ความเข้าใจ หรืออาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์ คือ ความคิด ความเข้าใจที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และทินกร พันเดช (2561) ที่ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลหนึ่ง ซึ่งได้มาจากการประสานประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับเข้ากับประสบการณ์เดิม แต่ละบุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งเดียวกันที่แตกต่างกัน

จากความหมายของมโนทัศน์ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น และเป็นความสามารถในการจำแนกแยกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือมีลักษณะที่แตกต่างกันได้

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) หมายถึง ความคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์ที่ได้รับ และนำมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ และคณะ, 2558) สอดคล้องกับ พัชรี โพชนา และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมที่มีเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุป

ดังนั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นความคิดรวบยอดซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วนำมาประมวลผลเพื่อสรุปเป็นความเข้าใจของตนเอง

2.5.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำแนก แยกประเภท สรุป หรือจัดหมวดหมู่สิ่งที่มีลักษณะเหมือนกันได้ และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ภูมิฤทัย วิทยวิจิณ, 2557) บุคคลจะมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้นั้นตามแนวคิดของ ทิศนา แคมมณี (2563) ขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสรุปลักษณะสำคัญที่เหมือนกันและต่างกัน

ของสิ่งนั้น ๆ หรือการมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้นว่าถูกต้องเพียงใด 2) การเปรียบเทียบหรือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และ 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเปิดรับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จนเกิดกระบวนการคิดเพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาจนเกิดเป็นมโนทัศน์ขึ้นมา อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555) กล่าวว่า มโนทัศน์มีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มโนทัศน์ช่วยในการสร้างหลักการต่าง ๆ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระของเรื่องที่เรียน การที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหา นั้น ๆ ย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในสิ่งใหม่หรือเนื้อหาใหม่ที่มีความเชื่อมโยงกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องอื่น ๆ การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (พัชรี โพชนา และคณะ, 2561)

จากความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับ

- 1) การสรุปลักษณะสำคัญที่เหมือนกันและต่างกันของสิ่งนั้น ๆ หรือการมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้น
- 2) การเปรียบเทียบหรือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และ
- 3) การเปิดรับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาจนเกิดเป็นมโนทัศน์

2.5.3 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ช่วยให้บุคคลสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องจึงช่วยให้บุคคลมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้เรียนจำเป็นต้องมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถเข้าใจเรื่องที่เรียนได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำความเข้าใจนั้นไปใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้โดยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง วิไลวรรณ แสนพาน (2553) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ช่วยให้ผู้เรียนได้จดจ่ออยู่กับการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ผู้เรียนจะใช้ผลจากการสังเกต สำรวจตรวจสอบ มาสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผล การเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์หลัก กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ ในวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ ทิวา ประภาชื่นชม และคณะ (2563) ที่พบว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้

- 2) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ สุวลักษณ์ เกติมณี (2561) กล่าวว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดของ ปิยะมาศ บุญประกอบ (2554) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสำรวจ ผู้เรียนจะสำรวจเพื่อค้นพบปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้สังเกตและคอยแนะนำ (2) ขั้นสร้าง มโนทัศน์ ผู้เรียนจะแสดงความคิดเห็นในการสร้างความเข้าใจมโนทัศน์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะนำผลที่ได้จากการค้นพบมาสร้างเป็นมโนทัศน์ (3) ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ ผู้เรียนจะนำความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในสถานใหม่หรือปัญหาใหม่ที่ได้พบ

3) การจัดการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ เป็นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เกิด ความถูกต้อง การที่จะปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญ และให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกต ข้อเท็จจริง การรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่ได้รับ การจัดกระทำข้อมูลและอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจอ อย่างมีเหตุผล เพื่อนำมาสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จตุพร พงศ์พิระ และ ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ จึงต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อนำไปใช้ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และการตัดสินใจเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4) การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระผ่าน การเล่นเกม ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปพร้อม ๆ กับความสนุกสนาน โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบความรู้ ด้วยตนเองจากการเล่นเกม ทำให้ความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบจากการเรียนรู้นั้นเป็นความรู้ที่มีความหมายและคงทน (ทิสนา แชมมณี, 2563) นอกจากนี้ ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้สอนได้แก้ไขมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง ของผู้เรียน (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2562) ทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จากการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนามโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบวงจร การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบเปลี่ยนมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน โดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมาประยุกต์ใช้คู่กับเทคนิค CER เพื่อพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์ และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2.5.4 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากน้อย เพียงใด การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ผู้สอนจะต้องวิเคราะห์มโนทัศน์ ในเนื้อหานั้น ๆ ก่อน แล้วถึงสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น (แสงเดือน อาตมียนันท์, 2557) โดยมีนักศึกษานำเสนอการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2556) กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้ดังนี้

- 1) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย
- 2) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว โดยการกำหนดสถานการณ์ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม

3) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบ 2 ตอน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1) แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอน 1

3.2) แบบวัดมโนทัศน์แบบ 2 ตอน พร้อมเขียนเหตุผล โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหาแบบปรนัย และตอนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอน 1

4) ใช้วิธีสอบปากเปล่า

ทินกร พันเดช (2561) ได้นำเสนอวิธีการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 5 รูปแบบ ได้แก่

1) ใช้แบบวัดชนิดคำถามปลายเปิด (Open-Ended Question) หรือแบบวัดแบบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบวัดที่ผู้เรียนมีอิสระในการรวบรวมข้อมูลและเขียนแสดงมโนทัศน์ของตนเอง ข้อมูลที่ผู้เรียนได้ตอบจะแสดงถึงมโนทัศน์ของผู้ตอบ

2) ใช้แบบวัดชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) มีลักษณะเป็นแบบวัดที่นำมโนทัศน์ที่มีความคลาดเคลื่อนมาใช้เป็นตัวลวง

3) ใช้แบบวัดชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ และเขียนแสดงเหตุผล (Two Tier Multiple Choice with Reasoning) เป็นแบบวัดที่มีลักษณะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนที่ 1 มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ และส่วนที่ 2 มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยผู้ตอบต้องแสดงเหตุผลในการเลือกตอบในส่วนที่ 1

4) ใช้แบบวัดชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two Tier Multiple Choice) มีลักษณะเป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัยเพื่อวัดมโนทัศน์ และส่วนที่ 2 เป็นแบบปรนัยให้เลือกเหตุผล

5) ใช้แบบวัดแบบถูกผิด 2 ชั้น (Two Tier True-False Question with Reasoning) มีลักษณะเป็นแบบวัดที่ต้องเลือกเหตุผลที่ถูกต้อง พร้อมคำตอบที่ถูกต้องด้วย

จากการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า แนวทางในการวัดของ สุวิทย์ มูลคำ (2556) และ ทินกร พันเดช (2561) มีลักษณะที่เหมือนกันในข้อที่ 1) ใช้แบบวัดปลายเปิดหรือแบบอัตนัย 2) ใช้แบบวัดชนิดเลือกตอบหรือแบบปรนัย 3) ใช้แบบวัดแบบ 2 ตอนหรือ 2 ระดับ แบ่งออกเป็นชนิดเลือกตอบ 2 ตอนหรือ 2 ระดับ เป็นแบบปรนัยทั้งหมด และชนิดเลือกตอบ 2 ตอนหรือ 2 ระดับ เป็นแบบปรนัย 1 ตอน พร้อมเขียนแสดงเหตุผล

การวัดมโนทัศน์มีหลายระดับ เริ่มตั้งแต่ระดับที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก โดยมีการวัดผลใน 4 ระดับ (ชนาธิป พรกุล, 2554)

- 1) ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญ และลักษณะที่ไม่สำคัญ
- 2) ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
- 3) ความสามารถในการระบุกฎของมโนทัศน์
- 4) ความสามารถในการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น

พัชรี โพชนา และคณะ (2561) กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนมโนทัศน์ ดังนี้

- 1) คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

2) คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้อง และบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ดังกล่าว พัฒนามาจากการจัดลำดับของมโนทัศน์ที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (สสวท., 2557) ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม จากแนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า สามารถใช้แบบวัดมโนทัศน์ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แบบวัดแบบอัตนัย แบบวัดแบบปรนัย แบบวัดแบบปรนัย 2 ระดับ แบบวัดแบบปรนัย 2 ระดับ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล แบบวัดแบบถูกผิด 2 ชั้น หรือใช้การสอบปากเปล่า โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีลักษณะเป็นแบบวัดชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล และใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามการจัดลำดับของมโนทัศน์ 4 กลุ่ม ตามที่ สสวท. (2557) ได้นำเสนอไว้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

รุ่งอรุณ กันเหตุ และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองปรือ อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้วเขต 2 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) เจตคติของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต อยู่ในระดับ 4.85 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยเจตคติในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากเจตคติที่นักเรียนมีมากที่สุด คือ นักเรียนมีความสุขกับการเรียนวิทยาศาสตร์ และไม่พบด้านที่นักเรียนมีเจตคติน้อยและน้อยที่สุด

วันเพ็ญ บุรณสุข และคณะ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาโน้ตสนทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานเรื่อง สารและสมบัติของสาร เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน เรื่อง สารและสมบัติ ของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดใหม่พรหมสุวรรณ อำเภอทับปุดบุรี จังหวัดปราจีนบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปราจีนบุรี เขต 2 ปีการศึกษา 2555 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานเรื่อง สารและสมบัติของสาร จำนวน 10 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร และแบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้สถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.33 ของคะแนนเต็มสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม และทักษะการวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

พานิศา สรรเพชร (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสภาราชนิ จังหวัดตรัง ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต จำนวน 4 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 4 ฉบับ สำหรับทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผน ฉบับละ 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 0.84 0.82 และ 0.86 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์

มีผลการทดสอบหลังเรียนทั้ง 4 แผน คิดเป็นร้อยละ 66.00 74.50 80.17 และ 87.69 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์

พิมพ์รภัช เตชชานะเกียรติ์ และ อัญชลี ทองเอม (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้บทเรียนประกอบเกมวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) พัฒนาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนประกอบเกมวิชาชีววิทยา
- 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 3) ศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนประกอบเกม
- 4) ศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาโดยใช้บทเรียนประกอบเกม

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดกาญจนบุรี 1 (บ้านเก่าวิทยา) จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 22 คน จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บทเรียนประกอบเกมวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาโดยใช้บทเรียนประกอบเกม มีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ 1) วิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) 2) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) 3) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนประกอบเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร E1/E2 4) วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลคะแนนแบบทดสอบแต่ละชุดในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนพบว่านักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 68.18 และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 31.81 2) ผลคะแนนแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้บทเรียนประกอบเกม พบว่านักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 27.27 3) ประสิทธิภาพของบทเรียนประกอบเกมวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก มีค่า E1/E2 เท่ากับ 74.62/78.41 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนประกอบเกมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.78 S.D = 0.44)

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2560) ได้ศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ และเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกันในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จำนวน 34 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทั้งหมด 6 แผน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายในลักษณะวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยค่าสถิติทดสอบที (Paired samples t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ถิรดา รัตน์ตยวรา (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest design ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีศรีนครินทร์บุรีรัมย์ กรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด และใช้ระยะเวลาทั้งหมด 18 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด และ 2) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test for Dependent Sample และ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

แพรวนภา โสภา (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกมเรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกม 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกม 4) ศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกุสุมาลย์

วิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และเกม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ค่าที (t-test ชนิด Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และเกมเรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.14/75.39 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และเกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และเกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และเกม มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.24 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ทินกร พันเดช (2561) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมเรื่องโมลและสูตรเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 67 คน โดยนักเรียนจำนวน 35 คน เรียนด้วยการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน และนักเรียนจำนวน 32 คน เรียนด้วยการเรียนรู้แบบทั่วไป เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 19 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการทดสอบ t – test Dependent Samples เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน และสถิติการทดสอบ t – test Independent Samples เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน จะมีมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน จะมีมโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมีสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรีย์รัตน์ จุ้ยกระยาง และคณะ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพญารามวิทยา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 25 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ สารระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ (มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างแรงจูงใจภายใน ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นสะท้อนกลับ และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้) และการวัดและประเมินผล มีดัชนีการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.59 และ 0.25 อยู่ในระดับเหมาะสมดีมากที่สุด 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยของแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลทิพย์ จันทร์จำปา และคณะ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมการศึกษาเพื่อการเรียนรู้เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้และคะแนนจากการเล่นเกมเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ในปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต 2) เกมการศึกษา 3) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ $t - test$ Dependent Samples วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้และคะแนนจากการเล่นเกมเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ของ Pearson ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมการศึกษา นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนจากการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชาว์ฟ สุรินราช (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาโมทัศน์เรื่องพันธะเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านกระบวนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน และ 2) พัฒนาโมทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา จำนวน 24 คน เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม จำนวน 4 แผน และแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี โดยหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม มโนทัศน์ของนักเรียนถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อแยกตามประเภทของมโนทัศน์ ได้แก่ มโนทัศน์ถูกต้อง มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน มโนทัศน์คลาดเคลื่อน และไม่มโนทัศน์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมที่ประกอบด้วย ขั้นตอนสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหาร่วมกับเกม ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีถูกต้องมากขึ้น หลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม นักเรียนมีมโนทัศน์ถูกต้องเรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ร้อยละ 37.5 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ร้อยละ 50.0 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร้อยละ 50.0 และเรื่องสภาพขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์ ร้อยละ 58.3 ตามลำดับ

ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 2) เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และ 3) เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 88 คนจาก 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมคือนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องลมฟ้าอากาศ 4) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 6) บันทึกหลังสอน สถิติที่ใช้

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวนจัน (จันอนุสรณ์) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยจัดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 29.436$, $p = .000$ และ $t = 37.948$, $p = .000$ ตามลำดับ) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 8.158$, $p = .000$ และ $t = 15.306$, $p = .000$ ตามลำดับ)

วิศรุตม์ เอมสมบูรณ์ และ วิชัย เสวกงาม (2565) ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน และ 2) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสิงห์บุรี อ่างทอง ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ บันทึกการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ และเกมการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ ได้แก่ 1) การพิจารณาและใช้หลักฐาน 2) การพยากรณ์ 3) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป 4) การสร้างข้อสรุปหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากระยะแรกที่อยู่ในระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ร้อยละ 37.5, 60 และ 2.5 ตามลำดับ เป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระยะหลังอยู่ในระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ร้อยละ 22.5, 17.5 และ 60 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ระยะหลังได้สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าระยะแรก

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Yien et al. (2011) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโภชนาการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-Based Learning) ในโรงเรียนแห่งหนึ่งของสาธารณรัฐไต้หวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอิทธิพลของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยเกมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้านโภชนาการ 2) ศึกษาอิทธิพลของแนวทางการเรียนรู้ด้วยเกมที่มีต่อเจตคติทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อโภชนาการ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับการศึกษาด้านโภชนาการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลักษณะเป็นแบบปรนัย ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.25 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ 0.71 2) แบบวัดเจตคติต่อของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้เรื่องโภชนาการ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยเกม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 มีการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยที่กลุ่มทดลองเรียนด้วยการใช้เกมคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้เรื่องโภชนาการ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบเดิมไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนมีความคิดเห็น

ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องโภชนาการได้ดีขึ้น

Rastegarpour and Marashi (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกม และเกมคอมพิวเตอร์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเทศอิหร่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกมและผู้สอนสร้างขึ้น และเกมคอมพิวเตอร์ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกม กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบปกติ กลุ่มละ 35 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมและเกมคอมพิวเตอร์มีมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมช่วยให้นักเรียนมีความสุขรู้สึกตื่นเต้นในการเรียน และช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

Pratama and Setyaningrum (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเกม เป็นฐานที่มีต่อความรู้ความเข้าใจและอารมณ์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน ซึ่งเกมที่ใช้เป็นเกมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนจำนวน 2 แห่งในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ และแบบสอบถามด้านอารมณ์ของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานโดยใช้เกมการแก้ปัญหา ได้รับผลในเชิงบวกทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจ และด้านอารมณ์ โดยนักเรียนร้อยละ 87.88 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำในการเรียนเรื่องเรขาคณิตสามมิติ และนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

Partovi and RezaRazavi (2019) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมที่มีต่อแรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประเทศอิหร่าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยเกมต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบเดิม แบบแผนการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการทดลอง และเปรียบเทียบคะแนนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสอบถาม และแบบทดสอบ โดยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบ และวัดแรงจูงใจ

ในการเรียนของนักเรียนด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (MANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมีผลต่อแรงจูงใจทางการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานและเทคนิค CER ที่นำมาใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิผลทุกการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานมีขั้นตอนและวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปพร้อม ๆ กับความสนุกสนาน ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนและส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีทักษะการคิดวิเคราะห์ และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น อีกทั้งเทคนิค CER ซึ่งเป็นกลวิธีที่ช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

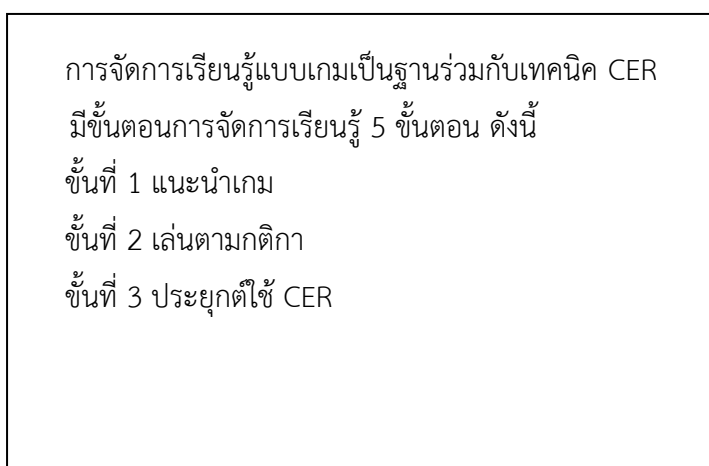
2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

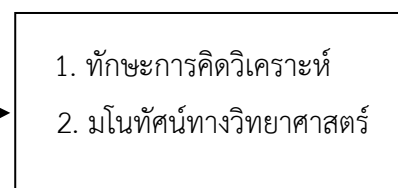
- 1) การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน (Game-Based Learning)
- 2) เทคนิค CER (Claim-Evidence-Reasoning)
- 3) ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Skills)
- 4) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts)

มีกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

ตัวแปรต้น



ตัวแปรตาม



ชั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล

ชั้นที่ 5 ประเมินผล

ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้อย่างเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนโดยมีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีนักเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 368 คน (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี, 2565ข)

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	จำนวนนักเรียน (คน)		
	ชาย	หญิง	รวม
ห้อง 1	21	24	45
ห้อง 2	20	25	45
ห้อง 3	22	21	43
ห้อง 4	19	26	45
ห้อง 5	24	13	37

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	จำนวนนักเรียน (คน)		
	ชาย	หญิง	รวม
ห้อง 6	9	16	25
ห้อง 7	23	20	43
ห้อง 8	21	22	43
ห้อง 9	22	20	42
รวม	181	187	368

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) มีขั้นตอนการสุ่ม คือ จับสลากเลือกห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี มาจำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 9 ห้องเรียน ได้ห้อง 3/4 มีจำนวนนักเรียน 45 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim: C - วิเคราะห์เนื้อหา) หลักฐาน (Evidence: E - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) และการให้เหตุผล (Reasoning: R - วิเคราะห์หลักการ) ข้อละ 9 คะแนน รวมเป็น 45 คะแนน

3.2.3 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เป็นเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้สอนทราบถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผลการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน และเทคนิค CER (Claim-Evidence-Reasoning) และศึกษาเอกสารตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมใช้เวลา 18 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 แนะนำเกม ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล และขั้นที่ 5 ประเมินผล สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีสาระสำคัญของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การดูแลรักษาระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และให้บรรลุลตามเป้าหมาย โดยวิธีการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของผลประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2560)

4.50 - 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

6) นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.10 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มีความเหมาะสมในการนำไปใช้

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER มาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 แผน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/8 จำนวน 43 คน พบว่า ในชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ของการจัดการเรียนรู้ คือ ชั้นเล่นตามกติกา และชั้นประยุกต์ใช้ CER มีเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ จึงได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยปรับเวลาการทำกิจกรรมในแต่ละชั้นให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และมีการมอบหมายการบ้านให้นักเรียนแทนที่จะให้นักเรียนทำงานในชั้นเรียนทั้งหมดเพื่อให้มีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรม

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองและปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 45 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2

3.3.2 แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบอัตนัย ซึ่งวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตามลำดับ เพื่อให้ผู้สอนประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดวิเคราะห์
- 2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด
- 3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ รูปแบบคำถาม วิธีการประเมิน และเกณฑ์การประเมิน
- 4) สร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ข้อ ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim: C - วิเคราะห์เนื้อหา) หลักฐาน (Evidence: E - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) และการให้เหตุผล (Reasoning: R - วิเคราะห์หลักการ) มีเกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละส่วน

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	จุดประสงค์รายข้อ	สาระของคำถาม	วิธีการประเมิน
1	เพื่ออธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ	องค์ประกอบของระบบนิเวศ	ใช้เกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากข้อกล่าวอ้าง 3 คะแนน หลักฐาน 3 คะแนน การให้เหตุผล 3 คะแนน ข้อละ 9 คะแนน รวมเป็น 45 คะแนน
2	เพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	
3	เพื่อเปรียบเทียบการสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	การสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	
4	เพื่ออธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	
5	เพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต	

ตารางที่ 3.3 รายการประเมินในแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

รายการประเมิน	นิยาม	จุดประสงค์การประเมิน
ข้อกล่าวอ้าง (การวิเคราะห์เนื้อหา)	ข้อสรุปหรือคำตอบของคำถาม	วิเคราะห์เนื้อหาโดยจำแนกแยกแยะว่าสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญ หรือเนื้อหานั้นมีสาระสำคัญอย่างไร เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างของตนเอง โดยระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน
หลักฐาน (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)	ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน
การให้เหตุผล (การวิเคราะห์หลักการ)	คำอธิบายที่นำมารองรับหลักฐานนั้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	วิเคราะห์หลักการเพื่อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือหลักสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ระบุว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐานมีความเชื่อมโยงกันอย่างไรได้ถูกต้องและครบถ้วน

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	0	1	2	3
ข้อกล่าวอ้าง (การวิเคราะห์เนื้อหา)	ไม่มีการระบุข้อกล่าวอ้าง หรือระบุข้อกล่าวอ้างแต่ไม่ถูกต้อง	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องบางส่วน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องเกือบจะทั้งหมด แต่ยังไม่กระชับ ชัดเจน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด กระชับ ชัดเจน และครบถ้วน

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	0	1	2	3
หลักฐาน (การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์)	ไม่มีการระบุหลักฐาน หรือระบุหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุหลักฐานแต่ไม่ครบถ้วนและไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องและครบถ้วน แต่ไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องและครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของข้อมูล
การให้เหตุผล (การวิเคราะห์ หลักการ)	ไม่มีการระบุเหตุผลหรือระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ได้ถูกต้องเกือบจะครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ได้ถูกต้องและครบถ้วน

5) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา การประเมินความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

โดยข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า 0.50 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

7) นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสอดคล้อง โดยผลที่ได้จากการประเมินความสอดคล้อง คือ 1.00 แสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

8) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์มาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

9) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์มาทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คนที่เคยเรียนเรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพมาแล้ว จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์

10) นำผลคะแนนไปหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80

และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (Cronbach's alpha coefficient)

11) วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ปรากฏผลดังนี้ ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.51 - 0.68 อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 - 0.67 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93 แสดงว่าแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ฉบับนี้มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

12) จัดทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบพร้อมเขียนแสดงเหตุผล เพื่อให้ผู้สอนประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนตามสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด
- 3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบคำถาม วิธีการประเมิน และเกณฑ์การประเมิน

ตารางที่ 3.5 โครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	จุดประสงค์รายข้อ	ระดับพฤติกรรมตามแนวคิดของ Bloom	สาระของคำถาม
1	เพื่ออธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศ	เข้าใจ	องค์ประกอบของระบบนิเวศ
2	เพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	วิเคราะห์	บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3	เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ	เข้าใจ	บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
4	เพื่ออธิบายการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	เข้าใจ	การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
5	เพื่อเปรียบเทียบการสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	วิเคราะห์	การสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
6	เพื่อจำแนกรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ	วิเคราะห์	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ข้อที่	จุดประสงค์รายข้อ	ระดับพฤติกรรม ตามแนวคิดของ Bloom	สาระของคำถาม
7	เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน	เข้าใจ	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
8	เพื่อนำเสนอวิธีดูแลรักษาระบบนิเวศที่เหมาะสม	นำไปใช้	การดูแลรักษาระบบนิเวศ
9	เพื่ออธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์	เข้าใจ	ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต
10	เพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	วิเคราะห์	ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต
11	เพื่ออธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศ	เข้าใจ	องค์ประกอบของระบบนิเวศ
12	เพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	วิเคราะห์	บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
13	เพื่ออธิบายการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	เข้าใจ	การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
14	เพื่อจำแนกรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ	วิเคราะห์	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
15	เพื่ออธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์	เข้าใจ	การดูแลรักษาระบบนิเวศ

4) สร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ เป็นแบบปรนัย 15 ข้อ เพื่อคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพให้ได้ 10 ข้อ และในแต่ละข้อผู้เรียนจะต้องเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้น ๆ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินดังนี้

3 คะแนน หมายถึง เข้าใจโมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด

2 คะแนน หมายถึง เข้าใจโมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละโมโนทัศน์

1 คะแนน หมายถึง เข้าใจโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ความเข้าใจผิด นักเรียนเลือกคำตอบผิดและการให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

5) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา การประเมินความสอดคล้องใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

โดยข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า 0.50 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

7) นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง โดยผลที่ได้จากการประเมินความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 แสดงว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้

8) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

9) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คนที่เคยเรียนเรื่องระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพมาแล้ว จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์

10) นำผลคะแนนไปหาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (Cronbach's alpha coefficient)

11) วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.77 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.97 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 แสดงว่าแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อคำถามไว้จำนวน 10 ข้อ และตัดข้อคำถามที่มีจุดประสงค์ในการวัดซ้ำกันออก 5 ข้อ

12) จัดทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.6 การสร้างเครื่องมือในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือ	ลักษณะ	การหาคุณภาพ	ผลที่ได้
1. แผนการจัด การเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์โดยใช้ การจัดการเรียนรู้ แบบเกมเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิค CER	แผนฯ จำนวน 6 แผน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของ ระบบนิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสะสมสารพิษ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ของ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การดูแลรักษาระบบ นิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความหลากหลาย ของชนิดสิ่งมีชีวิต	ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความ เหมาะสมของแผนการ จัดการเรียนรู้	1. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 1 เท่ากับ 4.69 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด 2. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 2 เท่ากับ 4.78 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด 3. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 3 เท่ากับ 4.68 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด 4. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 4 เท่ากับ 4.88 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด 5. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 5 เท่ากับ 4.74 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด 6. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของแผนฯ ที่ 6 เท่ากับ 4.83 อยู่ในระดับเหมาะสม มากที่สุด

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

เครื่องมือ	ลักษณะ	การหาคุณภาพ	ผลที่ได้
2. แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim: C วิเคราะห์เนื้อหา) 2) หลักฐาน (Evidence: E วิเคราะห์ความสัมพันธ์) 3) การให้เหตุผล (Reasoning: R วิเคราะห์หลักการ)	1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 2. ความยากง่าย 3. อำนาจจำแนก 4. ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์อัลฟา)	1. ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ 1.00 2. ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.51 - 0.68 3. อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50 - 0.67 4. ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ พร้อมเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ 3 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ 2 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ 1 คะแนน หมายถึง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 0 คะแนน หมายถึง ความเข้าใจผิด	1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 2. ความยากง่าย 3. อำนาจจำแนก 4. ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์อัลฟา)	1. ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 2. ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.77 3. อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.97 4. ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ด้วยรูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The One Group Pretest-Posttest Design) โดยมีแบบแผนการทดลองดังนี้

	E	O ₁	X	O ₂
--	---	----------------	---	----------------

เมื่อ	E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
	O ₁	หมายถึง	การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER
	X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER
	O ₂	หมายถึง	การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ภาพที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ผู้วิจัยส่งเค้าโครงวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อดำเนินการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
- 2) ผู้วิจัยดำเนินการขออนุญาตโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี เพื่อทดลองจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
- 3) ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ
- 4) กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนก่อนเรียน
- 5) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาในการสอน 18 ชั่วโมง
- 6) หลังจากทำการสอนจนครบทั้ง 6 แผน กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนหลังเรียน
- 7) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปประมวลผลทางสถิติและวิเคราะห์ผลการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.5.1 เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ด้วยสถิติ t-test แบบ Dependent samples

3.5.2 เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One sample

3.5.3 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ด้วยสถิติ t-test แบบ Dependent samples

3.5.4 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One sample

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1) ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ประสาธต์ เนิ่งเฉลิม, 2556)

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

เมื่อ	IOC	หมายถึง	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) ความยากง่าย (p) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	หมายถึง	ค่าดัชนีความยากง่าย
	R	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบนั้น

3) อำนาจจำแนก (r) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนก
	U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนสอบผ่านที่ตอบถูก
	L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนสอบไม่ผ่านที่ตอบถูก
	n ₁	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งหมด
	n ₂	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งหมด

4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของคอนบราค (Cronbach's alpha coefficient) (สมนึก ภัททิยธนี, 2560)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s^2 \text{item}}{s^2 \text{total}} \right]$$

เมื่อ	α	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ
	k	หมายถึง	จำนวนข้อในแบบประเมินความพึงพอใจ
	S ² item	หมายถึง	ผลรวมของค่าความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S ² total	หมายถึง	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3.6.2 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

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

เมื่อ	\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	หมายถึง	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

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

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง	คะแนนของแต่ละคน
	$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	หมายถึง	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) สถิติ t-test แบบ Dependent samples (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560)

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

เมื่อ	t	หมายถึง	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	หมายถึง	ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	df	หมายถึง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom)

2) สถิติ t-test แบบ One sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n-1$$

เมื่อ	t	หมายถึง	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	S	หมายถึง	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	หมายถึง	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	หมายถึง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถแสดงผลการวิจัยได้ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ทักษะการคิดวิเคราะห์	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	45	45	17.93	4.51	44	60.423*	.000
หลังเรียน	45	45	35.07	4.10			

*p < .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เท่ากับ 17.93 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.51 และหลังเรียนเท่ากับ 35.07 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.10 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ทักษะการคิดวิเคราะห์	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{X}	S.D.	t	p
หลังเรียน	45	45	31.5	35.07	4.10	5.831*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.5 คะแนน พบว่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	45	30	13.58	2.88	44	46.385*	.000
หลังเรียน	45	30	24.07	2.46			

*p < .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เท่ากับ 13.58 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.88 และหลังเรียนเท่ากับ 24.07 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.46 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{X}	S.D.	t	p
หลังเรียน	45	30	21	24.07	2.46	8.354*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21 คะแนน พบว่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

- 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER
- 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70
- 3) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER
- 4) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

- 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียน
- 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
- 3) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียน
- 4) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีนักเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 368 คน (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี, 2565ข)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 มีจำนวนนักเรียน 45 คน ได้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง

2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim: C - วิเคราะห์เนื้อหา) หลักฐาน (Evidence: E - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) และการให้เหตุผล (Reasoning: R - วิเคราะห์หลักการ) ข้อละ 9 คะแนน รวมเป็น 45 คะแนน

3) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี มีนักเรียนจำนวนทั้งหมด 45 คน โดยดำเนินการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยส่งเค้าโครงวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อดำเนินการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

2) ผู้วิจัยดำเนินการขออนุญาตโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี เพื่อทดลองจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3) ผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

- 4) กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนก่อนเรียน
- 5) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER จำนวน 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาในการสอน 18 ชั่วโมง
- 6) หลังจากทำการสอนจนครบทั้ง 6 แผน กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนหลังเรียน
- 7) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปประมวลผลทางสถิติและวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ด้วยสถิติ t-test แบบ Dependent samples
- 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One sample
- 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ด้วยสถิติ t-test แบบ Dependent samples
- 4) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One sample

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

- 5.1.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 5.1.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 5.1.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากสรุปผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องลงมือเล่นเกมที่สอดแทรกเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ผู้เรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากการเล่นเกม โดยในขณะที่เล่นเกมผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น จึงช่วยให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ และช่วยฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เพราะในระหว่างการเล่นเกมผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เกมและหาแนวทางในการเล่นเกมที่ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ฝึกฝนทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารในขณะที่เล่นเกมร่วมกับผู้อื่น สอดคล้องกับ กฤดาภรณ์ สีหารี (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนเทคนิคหรือทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการ โดยผู้เรียนจะเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหา ข้อมูลของเกม วิธีการเล่นเกม และผลการเล่นเกมมาใช้เพื่อสรุปการเรียนรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นที่ 1 แนะนำเกม เป็นขั้นที่ผู้สอนแนะนำเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยการบอกชื่อเกม และชี้แจงกติกาการเล่นเกมที่ผู้เรียนทราบ และชี้แจงความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระกับเกมต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือเล่นเกมตามกติกาที่ผู้สอนได้ชี้แจง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะร่วมกันวิเคราะห์เกมและหาแนวทางในการเล่นเกมที่ประสบความสำเร็จ โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้เรียนแต่ละทีมเล่นเกม

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เพื่อให้ได้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างข้อสรุปที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ผู้เรียนจะเขียนข้อสรุปหรือตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจ (2) หลักฐาน (Evidence) ผู้เรียนจะร่วมมือกันหาข้อมูลที่เหมาะสมมาสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบ และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) ผู้เรียนจะชี้แจงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มอื่นสามารถโต้แย้งหากเห็นว่าคำอธิบายนั้นไม่ถูกต้องหรือมีเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ โดยครูจะคอยให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนจะประเมินความเข้าใจหรือมโนทัศน์ของผู้เรียนโดยตรวจการสร้างข้อสรุปของผู้เรียนและให้คะแนนประเมินตามเกณฑ์การประเมิน

จากกิจกรรมการเรียนรู้จะเห็นได้ว่า นอกจากขั้นที่ 2 เล่นเกมตามกติกา ที่ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์ในระหว่างที่เล่นเกมแล้ว ในขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER ที่ผู้เรียนต้องร่วมกันสร้างข้อสรุปที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผู้เรียนก็จะได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน โดยองค์ประกอบ ทั้ง 3 ส่วนนั้น สัมพันธ์กับการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่จะต้องวัดทั้ง 3 ด้าน (ทศนา แชมมณี, 2554) ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง สัมพันธ์กับการวิเคราะห์เนื้อหา ผู้เรียนต้องวิเคราะห์เนื้อหาโดยจำแนกแยกแยะว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่สำคัญ หรือเนื้อหานั้นมีสาระสำคัญอย่างไร เพื่อสร้างข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างของตนเอง (2) หลักฐาน สัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อหาว่าสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาเป็นหลักฐานประกอบการสนับสนุนข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไร และ (3) การให้เหตุผล สัมพันธ์กับการวิเคราะห์หลักการ ผู้เรียนต้องวิเคราะห์หลักการเพื่อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือหลักสำคัญของสิ่งต่าง ๆ หมายความว่าข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างและหลักฐานมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร และยังสอดคล้องกับ Bloom et al. (1956) ที่กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และความสามารถในการวิเคราะห์เชิงหลักการ

จากผลการวิจัยอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์จากการวิเคราะห์เกม วิเคราะห์วิธีการเล่นเกม และวิเคราะห์หาแนวทางในการเล่นเกมที่ประสบความสำเร็จ อีกทั้งผู้เรียนต้องร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อสร้างข้อสรุปจากกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ฐิติรัตน์ สุรทินนท์ (2565) ที่กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นหนึ่งในเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ แพรวนภา โสภา (2561) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกมเรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ ชลทิพย์ จันทรจำปา และคณะ (2562) ที่ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมการศึกษาเพื่อการเรียนรู้เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

โดยใช้เกมการศึกษา นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

5.2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 จากการพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยที่ในแต่ละข้อต้องเขียนตอบโดยการสร้างข้อสรุปที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนของเทคนิค CER คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ผู้เรียนจึงยังไม่ค่อยมีความเข้าใจในวิธีการตอบ อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนทั้ง 45 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล พบว่า มีผู้เรียนจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ที่มีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์มากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้เรียนได้เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้งในขณะที่เล่นเกมและในขณะที่ร่วมกันสร้างข้อสรุปในห้องเรียน อีกทั้งผู้เรียนยังได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์จากการสร้างข้อสรุปด้วยตนเองจากแบบฝึกหัดในใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้เป็นการบ้านตลอดทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งใบงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะใหม่นี้ ซึ่งแตกต่างจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่เคยเรียนมาก่อน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้น สนุกสนาน เกิดความรู้สึกทำหายในการเรียน เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ผู้เรียนจึงให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ ส่งผลให้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ สอดคล้องกับ Cojocariu and Boghian (2014) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานควบคู่ไปกับการได้รับความรู้ และ ทิศนา แคมมณี (2563) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ได้อย่างสนุกสนานและเกิดความรู้สึกทำหายในการเรียน เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียน ทำให้ห้องเรียนเต็มไปด้วยความรู้และความสนุกสนาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์รัช เตชาชนะเกียรติ และ อัญชลี ทองเอน (2559) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้บทเรียนประกอบเกมวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนนแบบทดสอบแต่ละชุดในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 68.18 และผลคะแนนแบบทดสอบการคิด

วิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้บทเรียนประกอบเกม พบว่านักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พานิสรา สรรเพชร (2559) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์มีผลการทดสอบหลังเรียนทั้ง 4 แผนเพิ่มมากขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์

5.2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยเรียนรู้ผ่านการเล่นเกม ผู้เรียนจึงมีส่วนร่วมสูงในกิจกรรมการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นมานั้นคงทน อีกทั้งผู้เรียนยังได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันจากการเล่นเกม และการอภิปรายแลกเปลี่ยนเพื่อสรุปการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้ และประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นมโนทัศน์ สอดคล้องกับ ทิศนา ขแมมณี (2563) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และเป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเป็นอย่างมาก ในกิจกรรมการเรียนการสอน อีกทั้งบุคคลจะมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้นั้นขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสรุปลักษณะสำคัญที่เหมือนกันและต่างกันของสิ่งนั้น ๆ หรือการมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้นว่าถูกต้องเพียงใด 2) การเปรียบเทียบหรือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และ 3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเปิดรับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จนเกิดกระบวนการคิดเพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาจนเกิดเป็นมโนทัศน์ขึ้นมา และสอดคล้อง ธัญญภัทร์ ศรีเนธิวดี (2564) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยเป็นผู้เล่นเกมเอง และในขณะที่เล่นเกมผู้เรียนจะได้รับความสนุกสนานท้าทาย พร้อมทั้งเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมานั้นอยู่คงทนและมีความหมาย นอกจากนี้ จากกระบวนการจัดการเรียนรู้จะพบว่า ในขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มอื่นสามารถโต้แย้งหากเห็นว่าคำอธิบายนั้นไม่ถูกต้องหรือมีเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ โดยครูจะคอยให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน จึงทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการเล่นเกมเพื่อสรุปผลการเรียนรู้โดยการสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกัน อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่มเกี่ยวกับข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ ได้สร้างขึ้น โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน ในขั้นนี้จึงเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน เพราะผู้เรียนได้สะท้อนผล

การเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องส่งผลให้ผู้เรียนเกิด มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ในที่สุด สอดคล้องกับ Oakman (2016) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ แบบเกมเป็นฐานเป็นหนึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทินกร พันเดช (2561) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์เรื่องโมลและสูตรเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีคะแนนมโนทัศน์เคมีเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2560) ที่ได้ศึกษาเรื่องมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่องความหลากหลาย ทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องความหลากหลาย ทางชีวภาพของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rastegarpour and Marashi (2012) ที่ได้ ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมและเกมคอมพิวเตอร์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ประเทศอิหร่าน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ด เกมและเกมคอมพิวเตอร์มีมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ และไม่พบความแตกต่างของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยการ์ดเกมกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมช่วยให้นักเรียนมี ความสุข รู้สึกตื่นเต้นในการเรียน และช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

5.2.4 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 4 จากการพิจารณามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ผู้เรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนทั้ง 45 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อพิจารณาคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล พบว่า มีผู้เรียนจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 91.11 ที่มีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สามารถช่วยพัฒนามโน ทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ จึงทำให้หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ผู้เรียนมี มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้อภิปรายได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิค CER เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จึงทำให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นมานั้นอยู่คงทนเพราะผู้เรียนเป็น ผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านการ ลงมือปฏิบัติจริงส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Oakman (2016) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานเป็นกระบวนการที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ผู้เรียนเกิด

การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการเล่นเกม และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับ ทิศนา แชมมณี (2563) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ สิ่งที่เรียนและสามารถสรุปความรู้ที่ได้รับอย่างสนุกสนาน อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ฐปนันท สุวรรณนิษฐ์ (2560) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานสามารถสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนสร้างปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน สามารถให้ความคิดเห็นของคนที่หลากหลายรวมกันเป็นเป้าหมาย เดียวกันได้ เปิดโอกาสในการรับรู้เนื้อหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสภาพแวดล้อมจริงได้ ลดความ แตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการ ประยุกต์ใช้เทคนิค CER ซึ่งผู้เรียนต้องร่วมกันสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และต้องร่วมกัน อภิปรายสะท้อนผลเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มตนเองและกลุ่ม อื่น ๆ ได้สร้าง จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารความรู้ ความเข้าใจของตนเองออกมาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล เทคนิค CER จึงเป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระได้อย่างลึกซึ้งและนำไปสู่การมีมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ Allen and Rogers (2015) ที่กล่าวว่า เทคนิค CER เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น สามารถนำไปสู่การมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาริฟ สุรินราช (2563) ที่ได้ศึกษาการพัฒนา มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีถูกต้องมากขึ้น โดยหลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกม นักเรียนมีมโนทัศน์ถูกต้องเรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ร้อยละ 37.5 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ร้อยละ 50.0 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ร้อยละ 50.0 และเรื่องสภาพขั้ว โมเลกุลโคเวเลนต์ ร้อยละ 58.3 ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ (2563) ที่ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นโดยเน้นการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศและการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อค้นพบจากการวิจัย

จากการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ทำให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึก การกระทำ และการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยเกิดจากการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ครอบคลุมถึงการใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ และความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน ความซื่อสัตย์ วัตถุประสงค์ การยอมรับความเห็นต่าง ความใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็น และความมุ่งมั่นอดทน (สสวท., 2561ข) โดยหลังจากที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสนใจที่จะเรียนรู้ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองในเรื่องที่สงสัย มีวิจารณญาณในการรับข้อมูล ผู้เรียนจะไม่เชื่อถือข้อมูลอะไรง่าย ๆ หากไม่มีหลักฐานและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

5.4 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

5.4.1.1 ในการนำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ไปใช้ ผู้สอนควรศึกษาการจัดการกิจกรรมในแต่ละขั้นให้เข้าใจเพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิผล

5.4.1.2 ผู้สอนควรแนะนำและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ทั้งขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้และบทบาทของตนเอง โดยเฉพาะในขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER เนื่องจากการใช้เทคนิค CER เป็นสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่คุ้นเคย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและทำกิจกรรมได้ทันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้

5.4.1.3 การเลือกเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเลือกใช้เกมที่สามารถเชื่อมโยงมาสู่เนื้อหาสาระโดยที่เกมควรมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในวัยของผู้เรียน ไม่ควรเลือกใช้เกมที่ง่ายหรือยากจนเกินไปเพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและอาจไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

5.4.1.4 ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมของผู้เรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ดังนั้นจึงควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อกิจกรรมกลุ่ม มีพื้นที่ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันได้อย่างสะดวกสบาย มีการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ของแต่ละกลุ่มอย่างชัดเจน

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER ในวิชาวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือกับผู้เรียนระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้มีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกรคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.2.2 ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER กับตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf
- กฤดาภรณ์ สีหารี. (2561). มุมมองวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่อการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัลสำหรับการศึกษาประเทศไทย 4.0. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 28(2), 477-488. <https://ph01.tcithaijo.org/index.php/kmutnb-journal/article/view/185545>
- กัญญรัตน์ เวชศาสตร์. (2551). ความเข้าใจเกี่ยวกับ “มโนทัศน์”: ภาพรวมจากการสังเคราะห์งานวิจัย. *วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 5(1), 91-100. <https://he02.tcithaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/download/59393/48830/138873>
- ฉันท ชาติทอง. (2554). *สอนคิด : การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. เพชรเกษมการพิมพ์.
- จตุพร พงศ์พีระ และ ประสาท เนื่องเฉลิม. (2560). รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารราชพฤกษ์*, 5(13), 24-35. <https://mis.nrru.ac.th/gradjournal/uploadify/uploads/Test/1%2014-0218%2001-51-32.pdf>
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลทิพย์ จันทร์จำปา, ดวงมล ฐิติเวส, พิรณันท์ ยอดบ่อพลับ, และ นฤมล บุญมัน. (2562). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(3), 36-44. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/download/215807/163582/823065>
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2560). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)* (พิมพ์ครั้งที่ 13). อมรการพิมพ์.
- ชาธิฟ สุรินราช. (2563). *การพัฒนาโมโนทัศน์ เรื่องพันธะเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ]. คลังปัญญามหาวิทยาลัยทักษิณ. <http://ir.tsu.ac.th/jspui/handle/123456789/519>
- ฐปนันท สุวรรณนิษฐ์. (2560). การออกแบบเกมการ์ด เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนหลักสูตรออกแบบสื่อสาร. ใน ฌพพงศ์ ธีรวร (บ.ก.), *วิจัย และนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม*. การประชุมวิชาการระดับชาติ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13 (น. 1700-1715). มหาวิทยาลัยนเรศวร. https://re.kbu.ac.th/pdf_read.php?type=present&p_id=1265E723-8F15-4666-BB9E-501923E1837B

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ฐิติรัตน์ สุรทินนท์. (2565, 8 มิถุนายน). *เสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารในห้องเรียนวิทยาลัย*. Kenan Foundation Asia. <https://www.kenan-asia.org/th/claim-evidence-reasoning/>
- ณัฐชา ผิวมา. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบูรณาการเทคโนโลยีเกมคอมพิวเตอร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, 15*(ฉบับพิเศษ ครบรอบ 15 ปี มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์), 1-15. https://so03.tcithaijo.org/index.php/rpu/article/download/257367/17_1558/941309
- ถิรดา รัตน์ตยารา. (2561). *การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมสะท้อนคิด* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. iThesis Srinakharinwirot University. <http://irithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/308>
- ทินกร พันเดช. (2561). *การพัฒนาโมเดลเครื่องมือและสูตรเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญาจุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/73246>
- ทิวา ประภาชื่นชม, วิชิต สุรัตน์เรืองชัย, และ ปริญญา ทองสอน. (2563). การพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ Borich และคณะ. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ฯ, 7*(1), 172-184. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDMCU/article/download/240776/164164/>
- ทิตินา แคมมณี. (2554). *ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้*. สำนักธรรมศาสตร์และการเมืองราชบัณฑิตยสถาน.
- ทิตินา แคมมณี. (2563). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 24). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนัญภัสร์ ศรีเนธิยวสิน. (2564). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา. *วารสาร มจร บาลีศึกษายุทธศาสตร์ปริทรรศน์, 7*(3), 40-55. <https://so05.tcithaijo.org/index.php/Palisueksabuddhaghosa/article/download/253003/173233/939436>
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ . (2560). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS* (พิมพ์ครั้งที่ 17). บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.
- นลพรรณ ไชยชนะ, เกริก ศักดิ์สุภาพ, และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตวิจัย, 12*(2), 31-44. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/banditvijai/article/view/249716>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(1), 40-54. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/edjour_stou/article/download/145237/140277/611315
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, และ เสาวลักษณ์ โรมา. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 26(3), 66-76. <http://ojslib3.buu.in.th/index.php/education2/article/view/4027>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สุทธิยาสาส์น.
- บุญชู สนั่นเสียง. (2557). *การจัดประสบการณ์เพื่อฝึกการสังเกตและการใช้เหตุผลแก่เด็กปฐมวัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญญาพร แสงประเสริฐ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, และ นพมณี เชื้อวัชรินทร์. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(4), 240-252. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/download/151251/170014/901321
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะมาศ บุญประกอบ. (2554). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญา จุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/22681>
- พัชรี โพชนา, สมศิริ สิงหลพ, และ พลณภัทร ศรีแสนยงค. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), 126-139. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/129947/98658
- พานิศา สรรเพชร. (2559). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ]. คลังปัญญามหาวิทยาลัยทักษิณ. <http://ir.tsu.ac.th/xmlui/123456789/332>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พิมพ์รัช เตชาธนะเกียรติ์ และ อัญชลี ทองเอม. (2559). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้บทเรียนประกอบ เกมวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*, 2(3), 805–817. <https://opacdb02.dpu.ac.th/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=174990>
- แพรวนภา โสภา. (2561). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และเกมเรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร]. SNRU e-Thesis. https://gsmis.snru.ac.th/e-thesis/thesis_detail?r=56421238106
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2557). *หลักและเทคนิคการสอนระดับอุดมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรสุดา หาดขุนทด, นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงค์, และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องลมฟ้าอากาศและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35(1), 36-47. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/article/view/198114>
- ภูมิฤทัย วิทวิจิณ. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมนทัศน์ของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 9(1), 81-91. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/27774>
- เยาวพา เดชะคุปต์. (2542). *การจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย*. เอบี กราฟฟิกส์ดีไซน์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2557). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นานมีบุ๊คส์.
- รุ่งอรุณ กั้นเหตุ, เปรมจิตร บุญสาย, และ อุษา คงทอง. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมทางวิทยาศาสตร์. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 4(2), 123-131. <http://grad.vru.ac.th/pdfjournal/JourTs42/Package42.pdf>
- โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี. (2565ก). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564. *วารสารกุหลาบปทุมฯ*, 30(1), 30.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี. (2565ข). *ข้อมูลนักเรียน*. SKP ONLINE.
<https://online.skp.ac.th/>
- วัชรรา เล่าเรียนดี, ประณัฐ กิจรุ่งเรือง, และ อรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 12). เพชรเกษมพรินต์ติ้งรูป.
- วันเพ็ญ บุรณสุข, สุธี พรรณหาญ, และ ศักดิ์ สุวรรณฉาย. (2556). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 7(3), 128-141. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/view/31419/27003>
- วีไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิศรุฒม์ เอมสมบุรณ และ วิชัย เสวกงาม (2565). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *OJED*, 17(2), 1-15. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/download/256590/171121/960322>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564*. <https://www.niets.or.th/uploads/editor/files/O-NET/rapid%20report%20M3-2564.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *แนวคิดของการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ก). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. <https://www.scimath.org/ebooks/8923/flipping%20book/index.html>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ข). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา*. <https://www.scimath.org/ebooks/8922/flippingbook/index.html#1/z>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ CER (Claim, Evidence, and Reasoning). *IPST MAGAZINE*, 47(219), 11-15. <https://emagazine.ipst.ac.th/219/12/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563, 7 มกราคม). *ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง*. PISA THAILAND. <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163621344/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ PISA 2015*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015framework/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/>
- สมนึก ภัททิยธนี. (2560). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 7(2), 1-14. <https://app.gs.kku.ac.th/gs/th/publicationfile/item/20thngrc-2019/HMO26/HMO26.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2559). *แนวทางการพัฒนาและประเมินการอ่าน คิติวิเคราะห์ และเขียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. http://academic.obec.go.th/images/document/1517565097_d_1.pdf
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2550, 9 กรกฎาคม). *มโนทัศน์*. <http://legacy.orst.go.th/?knowledges>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. พริกหวานกราฟฟิค. https://www.stou.ac.th/Offices/Oaa/OaaOldPage/Professional/Train_Professional/oaalInfo/oa/Dept/Dept04/webcur63/Rule_MUA/Plan_Inter2560-2579.pdf
- สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. (2560). Thailand 4.0 ขับเคลื่อนอนาคตสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน. *วารสารไทยคู่ฟ้า*, 5(33), 2-17. <https://spm.thaigov.go.th/FILEROOM/spm-thaigov/DRAWER004/GENERAL/DATA0000/00000368.PDF>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2559). *คู่มือบริหารจัดการเวลาเรียนตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. <https://bit.ly/3NpmWYK>
- สุคนธ์ สินธพานนท์, พงษ์จันทร์ สุขยั้ง, จินตนา วีรเกียรติสุนทร, และ พิวัสสา นภารัตน์. (2562). *หลากหลายวิธีสอน...เพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชนไทย*. 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- สุภารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์. (2560). การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 11(22), 224-234. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDGKKUJ/article/view/113613>
- สุภาวณี ลายบัว. (2559). *การพัฒนาเกมการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 โรงเรียนสาธิตอนุบาลราชวมงคล [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]*. คลังปัญญามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/3585>
- สุริย์รัตน์ จุ้ยกระยาง, วิมลรัตน์ จตุรานนท์, และ ปริญญา ทองสอน. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 4(4), 286-298. <http://ojslib3.buu.in.th/index.php/social/article/view/5315/2490>
- สุริย์รัตน์ อักษรภาณุจันท์. (2562). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. *วารสารราชพฤกษ์*, 17(2), 24-32. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/Ratchaphruekjournal/article/download/194377/135262/582883>
- สุวลักษณ์ เกิดมณี. (2561). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 18(2), 114-123. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/eduthu/article/view/165756>
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2552). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2556). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์ (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. ภาพพิมพ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- แสงเดือน อาตมยีนันท์. (2557). การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 7(3), 1055-1068. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/19573>
- อชิรกาญจน์ ดอกไม้. (2558). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับผังความคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสมเด็จพระวันรัต. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8(2), 2306-2320. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/40932>
- อรพรรณ เลื่อนแป้น. (2555). การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง "ลำดับและอนุกรม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KU.the.2012.254
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)* (พิมพ์ครั้งที่ 5). โอเดียนสโตร์.
- อุบลรัตน์ เฟื่องสกลิต. (2556). *จิตวิทยาการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Plook Teacher. (2560, 20 มิถุนายน). *ความรู้เกี่ยวกับ PISA 2018*. TRUE ปลูกปัญญา. <https://www.trueplookpanya.com/education/content/59667>
- Allen, J., & Rogers. M. P. (2015). Formulating scientific explanations using the Claim, Evidence, and Reasoning (CER) framework. *Science and Children*, 57(3), 32-37. https://kevincrumppscience.weebly.com/uploads/2/3/2/5/23258800/putting_ideas_on_paper_claims_evidence_reasoning.pdf
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives; the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive domain*. David McKAY. <https://bit.ly/3Ln5Ub6>
- Cojocariu, V. M., & Boghian, I. (2014). Teaching the relevance of game-based learning to preschool and primary teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 142, 640-646. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814046072>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design* (4th ed.). Harcourt Brace College. <https://www.hcs64.com/files/Principles%20of%20instructional%20design.pdf>
- McNeil, K., Krajcik, J., & Hershberger, K. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing*. Pearson.
- Oakman, H. (2016). *The rise of game-based learning*. Education Technology. <https://edtechnology.co.uk/latest-news/the-rise-of-game-based-learning/>
- Partovi, T., & Razavi, M. (2019). The effect of game-based learning on academic achievement motivation of elementary school students. *Elsevier*, 68, 101592. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023969019302498>
- Pratama, L. D., & Setyaningrum, W. (2018). Game-based learning: The effects on student cognitive and affective aspects. *Journal of Physics*, 5(1), 1-7. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1097/1/012123>
- Rastegarpour, H., & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 597-601. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811030400>
- Yien, J., Hung, C., Hwang, G., & Lin, Y. (2011). A game-based learning approach to improving students' learning achievements in a nutrition course. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 1-10. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ932220.pdf>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว

อาจารย์ประจำวิทยาลัยครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ดร.วรรณณ์ เอื้อวิริยานุกูล

อาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นางสาวพิมพ์พนิต ผิวเกลี้ยง

ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สอนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

นายชวลิต สุจริต

ครูชำนาญการ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี

นายอภิวัฒน์ ขุนสูงเนิน

ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ

ภาคผนวก ข

จดหมายขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

จดหมายขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ



บันทึก
Memorandum

ที่ วค.0414(1)/270 วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2566
จาก คณบดีวิทยาลัยครูศาสตร์
เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิทักษ์
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.สุคคณิง นฤพนธ์จิรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ วิทยาลัยครูศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(อาจารย์ ดร.พงษ์ปัญญา โฉมโคกล)
คณบดีวิทยาลัยครูศาสตร์



วิทยาลัยครูศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 648
(นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน 095-551-1409)



ที่ มขบ 0414(1)/1117

16 มกราคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.วราภรณ์ เอื้อวิริยานุกูล

อาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.สุดคนึง นฤพนธ์จิรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา นุ่มโกศล)

คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน

อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649

(นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน 095-551-4109)



ที่ มชบ 0414(1)/1117

16 มกราคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย
เรียน นางสาวพิมพ์พนิช ผิวเกลี้ยง
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวฐิตาพร คำมิกฝน นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.สุศคนิง นฤพนธ์จิรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในกรณี วิทยาลัยครูศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา อินทร์โคศล)
คณบดีวิทยาลัยครูศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขาธิการวิทยาลัยครูศาสตร์
โทร.02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649
(นางสาวฐิตาพร คำมิกฝน 095-551-4109)



ที่ มธบ 0414(1)/1117

16 มกราคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นายชวลิต สุจริต

ครูชำนาญการ หัวหน้ากลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.สุดคณิง นฤพนธ์จิรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แมนโกศล)

คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน

อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649

(นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน 095-551-4109)



ที่ มธบ 0414(1)/1117

16 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นายอภิวัฒน์ ขุนสูงเนิน

ครูชำนาญการ กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวอุฑาพร คำฝึกฝน นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี อาจารย์ ดร.สุคนธ์ นฤพนธ์จิรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา คุ้มโกศล)

คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน

อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649

(นางสาวอุฑาพร คำฝึกฝน 095-551-4109)

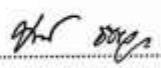
ภาคผนวก ค


เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

Office of Dhurakij Pundit University Human Research Ethics Committees (DPU HRECs)
110/1-4 Prachachuen Road Laksi, Bangkok 10210, Thailand
Tel. 02-954-7300 Ext. 128 E-mail: dpuhrec@dpu.ac.th website: <https://www.dpu.ac.th/human-research/>

AF 10-04/01.2v2 Edr:20-03-23		COE No. 084/65
เอกสารรับรองโครงการวิจัย		
<p>คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ประเทศไทย ได้ทำการตรวจสอบและรับรองโครงการวิจัยตามที่ระบุไว้ด้านล่าง ทั้งนี้ โดยพิจารณาบนพื้นฐานของ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP</p>		
ประเภทการพิจารณา :	แบบยกเว้น (Exemption Review)	
ชื่อโครงการ :	การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
Protocol Title :	DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING SKILLS AND SCIENTIFIC CONCEPTS USING GAME-BASED LEARNING WITH THE CER TECHNIQUE FOR GRADE 9 STUDENTS	
รหัสโครงการ :	DPUHREC 081/65NA	
ผู้วิจัยหลัก :	นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน	
สังกัดหน่วยงาน :	วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	
เอกสารที่ได้รับรอง :	<ol style="list-style-type: none"> 1. แบบยื่นขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย 2. โครงการวิจัยฉบับเต็ม 3. เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย 4. เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย 5. แบบสอบถาม/สัมภาษณ์/บันทึกข้อมูล 	
วันที่รับรอง :	21 เมษายน 2566	



ลงนาม: 
 (รองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์อนันต์ อัสวีเชียวจินดา)
 ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ลงนาม: 
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัทธนันท์ เพชรเชิดชู)
 รองอธิการบดีสายงานวิจัยและพัฒนา

นักวิจัยทุกท่านที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. หากมีการแก้ไขโครงการวิจัยภายหลังการรับรอง ให้ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำเป็นโครงการวิจัยใหม่

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	รายวิชา วิทยาศาสตร์ 6 (ว23102)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้จัดทำแผน นางสาวฐิตาพร คำฝักฝน	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร

ว 1.1 ม.3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้ง 3 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กัน ผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภคเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และต้องกินผู้ผลิตหรือสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลง จะถูกย่อยโดยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่สิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร จำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์จะต้องมีความเหมาะสม จึงทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล

พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค ลำดับต่าง ๆ รวมทั้งผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในรูปแบบสายใยอาหารที่ประกอบด้วยโซ่อาหารหลายโซ่ที่สัมพันธ์กัน ในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปจะลดลง เรื่อย ๆ ตามลำดับของการบริโภค

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศได้ (K)
2. นักเรียนวิเคราะห์และสร้างโซ่อาหารแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิตได้ (P)
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียง ซื่อสัตย์สุจริต มุ่งมั่นในการทำงาน
 มีวินัย รักความเป็นไทย ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร: อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ
 ความสามารถในการคิด: วิเคราะห์เกมและสร้างสร้างโซ่อาหารแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิต
 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี: เล่นเกม The Producers Consumers Decomposers และเกม Food Chain Challenge

6. สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีวิต บางชนิดมีบทบาทในการสร้างอาหารบางชนิดกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร และบางชนิดเป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เองโดยใช้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีบทบาทเป็น **ผู้ผลิต (producer)** ได้แก่ พืช สาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิด สิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีบทบาทเป็น **ผู้บริโภค (consumer)** เช่น มนุษย์ สัตว์ต่าง ๆ ถ้าพิจารณาอาหารที่ผู้บริโภคกินสามารถแบ่งกลุ่มผู้บริโภคได้เป็นผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร เรียกว่า **สิ่งมีชีวิตกินพืช (herbivore)** เช่น วัว ช้าง ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า **สิ่งมีชีวิตกินสัตว์ (carnivore)** เช่น เสือตาว สิงโต และผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า **สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ (omnivore)** เช่น ไก่ มนุษย์ นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่กินเฉพาะซากสิ่งมีชีวิต เช่น แร้ง เรียกสิ่งมีชีวิตพวกนี้ว่า **สัตว์กินซาก (scavenger)** เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง จะมีสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทเป็น **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)** เช่น เห็ดรา แบคทีเรีย ซึ่งดำรงชีวิตโดยผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง แล้วดูดซึมสารอาหารไปใช้เพียงบางส่วน ส่วนที่เหลือจะอยู่ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้ผลิตสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป

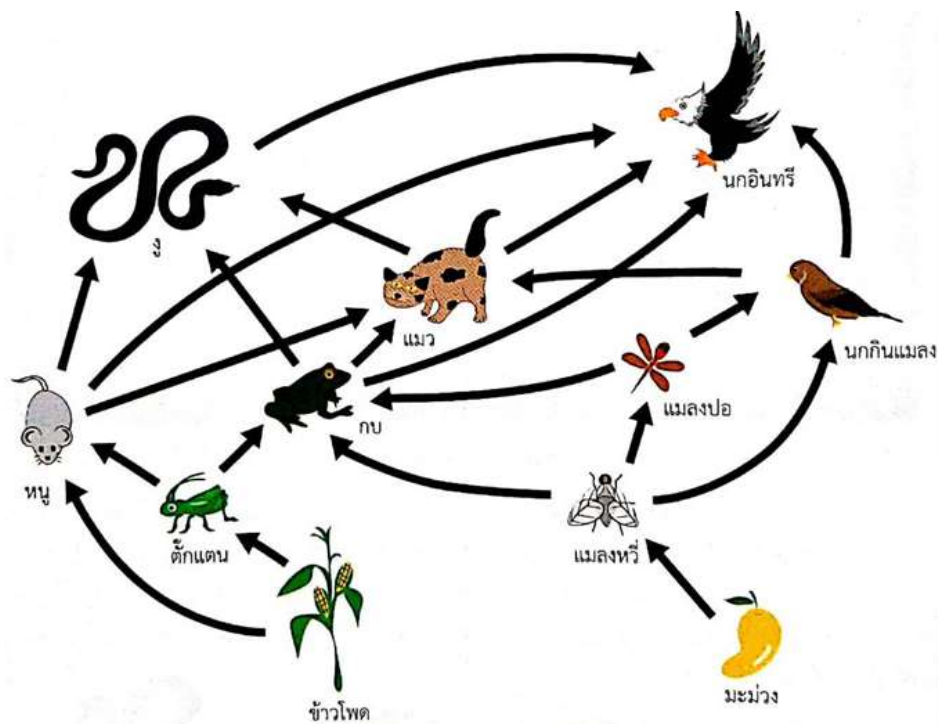
การที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีบทบาทแตกต่างกัน ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานที่อยู่ในอาหารไปตามลำดับโดยการกินกันเป็นทอด ๆ เรียกว่า **โซ่อาหาร (food chain)** โดยทั่วไปโซ่อาหารประกอบด้วยผู้ผลิตและผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ ดังภาพ จะเห็นว่าในโซ่อาหารนี้มีหญ้าเป็นผู้ผลิต มีตั๊กแตน ก และงู เป็นผู้บริโภค โดยตั๊กแตนกินหญ้า ตั๊กแตนจัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 กกินตั๊กแตน กจัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 ส่วนงูกินก งจัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 3 หรือผู้บริโภค ลำดับสุดท้ายของโซ่อาหารนี้



ภาพแสดง โซ่อาหาร

(ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นม.3 เล่ม 2 สสวท. หน้า 167)

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารเป็นความสัมพันธ์ในการถ่ายทอดพลังงาน โดยการกินกันเป็นทอด ๆ ไม่ซับซ้อน แต่ในธรรมชาติอาจมีผู้ผลิตมากกว่าหนึ่งชนิดและมีผู้บริโภคที่สามารถบริโภคพืชและสัตว์อื่น ๆ ได้หลายชนิด เช่น กบกินตั๊กแตน แมลงปอ และแมลงหวี่ ในขณะที่เดียวกันผู้บริโภคชนิดหนึ่งอาจเป็นอาหารของผู้บริโภคได้หลายชนิด เช่น กบเป็นอาหารของแมว งู และนกอินทรี ดังภาพ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในการถ่ายทอดพลังงานโซ่อาหารหลายสายที่สัมพันธ์ซับซ้อนนี้ เรียกว่า **สายใยอาหาร (food web)**



ภาพแสดง สายใยอาหาร

(ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นม.3 เล่ม 2 สสวท. หน้า 168)

ในการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ พลังงานจากผู้ผลิตที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับถัดไปจะลดลงไปเรื่อย ๆ ตามลำดับขั้นของการบริโภค เนื่องจากผู้บริโภคกินผู้ผลิตได้บางส่วน เช่น วัวกินหญ้าได้เพียงส่วนของลำต้นและใบ แต่ไม่สามารถกินส่วนของรากได้ ส่วนที่กินได้นั้นผู้บริโภคจะนำไปใช้

ในการเจริญเติบโตและเผาผลาญเพื่อผลิตพลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การเคลื่อนไหว การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ และพลังงานอีกส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในรูปของความร้อน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 แนะนำเกม (15 นาที)

1.1 ครูชี้แจงหัวข้อที่จะเรียนเรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ พร้อมบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

1.2 ครูบอกชื่อเกมที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เกมที่ 1 เกม The Producers Consumers Decomposers ครูเปิดเกมให้นักเรียนดูจากลิงก์ <https://www.sheppardsoftware.com/science/animals/games/producers-consumers/> และเกมที่ 2 เกม Food chain challenge จากลิงก์ <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/z6wwxnb/articles/z93vdxs>

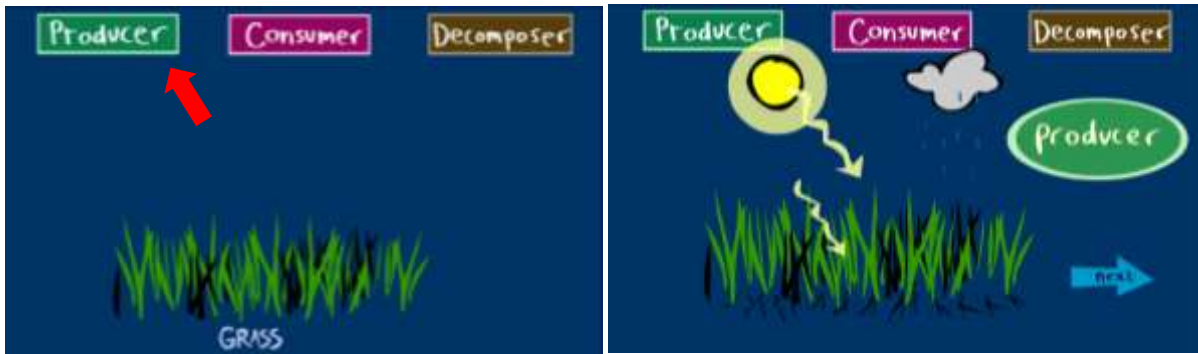


เกม The Producers Consumers Decomposers

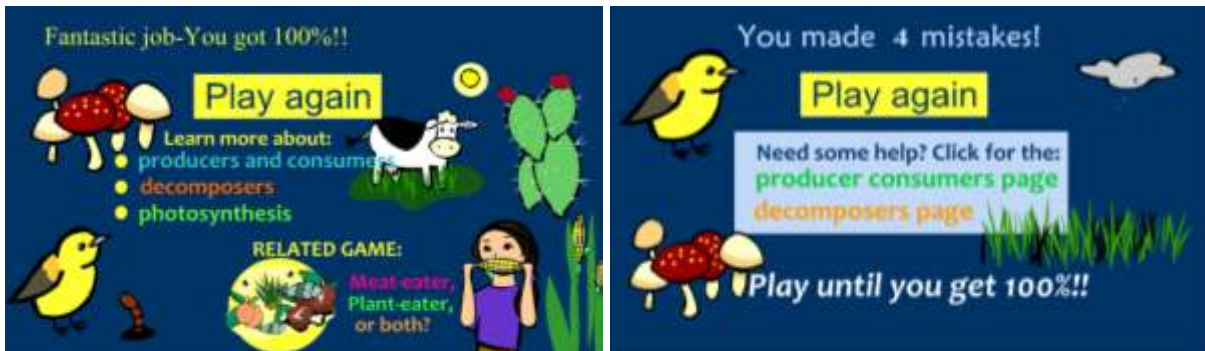


เกม Food chain challenge

1.3 ครูชี้แจงกติกาการเล่น เกม ดั้งนี้ เกมที่ 1 เกม The Producers Consumers Decomposers กติกาในการเล่น คือ นักเรียนจะต้องเลือกบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งได้แก่ ผู้ผลิต (Producers) ผู้บริโภค (Consumers) และผู้ย่อยสลาย (Decomposers) ให้ตรงกับภาพที่ปรากฏ โดยคลิกเลือกบทบาทของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกรอบด้านบน หากนักเรียนตอบถูกจะปรากฏคำว่า next ให้นักเรียนคลิกเพื่อเล่นเกมในข้อถัดไป แต่หากนักเรียนตอบผิดจะต้องตอบใหม่จนกว่าจะถูกต้อง



1.4 เมื่อนักเรียนเล่นเกมจบ หากนักเรียนตอบถูกหมดทุกข้อจะปรากฏหน้าต่างดังภาพด้านซ้าย แต่หากนักเรียนตอบผิดจะปรากฏหน้าต่างดังภาพด้านขวา โดยจะมีการแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนตอบผิด



1.5 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า เมื่อนักเรียนเล่นเกมที่ 1 เสร็จแล้ว นักเรียนจะเล่นเกมที่ 2 เกม Food chain challenge ซึ่งมีกติกาในการเล่น คือ นักเรียนจะต้องสร้างโซ่อาหารแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิตให้ถูกต้องจากสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ในระบบนิเวศ โดยนักเรียนต้องสร้างโซ่อาหารให้ได้จำนวนมากที่สุด 1 โซ่อาหาร เท่ากับ 1 คะแนน นักเรียนกลุ่มใดที่สามารถสร้างโซ่อาหารได้จำนวนมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

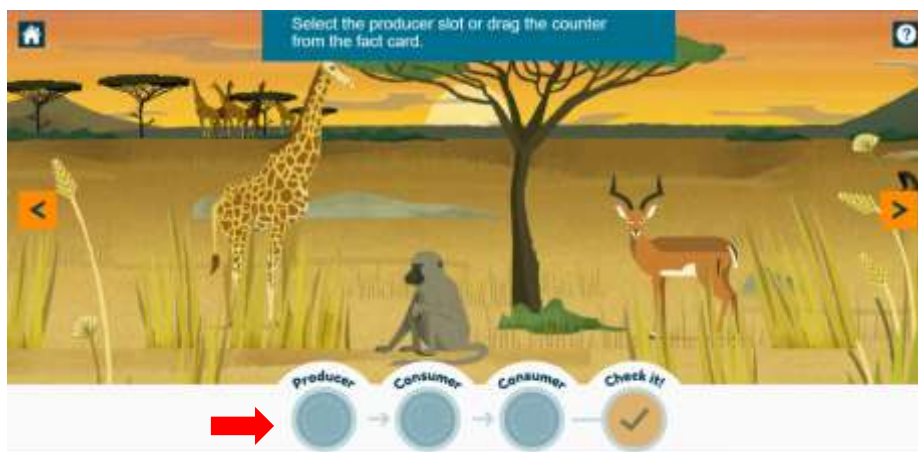
1.6 ครูอธิบายวิธีการเล่นว่าให้นักเรียนคลิกที่ปุ่มเริ่มเกม



1.7 เมื่อคลิกเริ่มเกม จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ ซึ่งแสดงจำนวนโซ่อาหารทั้งหมดในระบบนิเวศนี้ที่นักเรียนต้องสร้างให้ครบ โดยเกมจะมีทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งจะมีเงื่อนไขและความยากเพิ่มขึ้นตามระดับของเกม que เพิ่มขึ้น จากนั้นให้นักเรียนคลิกเลือกระดับ 1



1.8 เมื่อเข้าสู่เกมนักเรียนจะเห็นสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ นักเรียนสามารถคลิกเลือกสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาสร้างโซ่อาหารด้านล่างได้ตามอิสระ



1.9 โดยเมื่อนักเรียนคลิกเลือกสิ่งมีชีวิตชนิดใดก็ตาม จะปรากฏคำอธิบายบทบาทในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น และระบุประเภทของผู้บริโภค เช่น ผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์



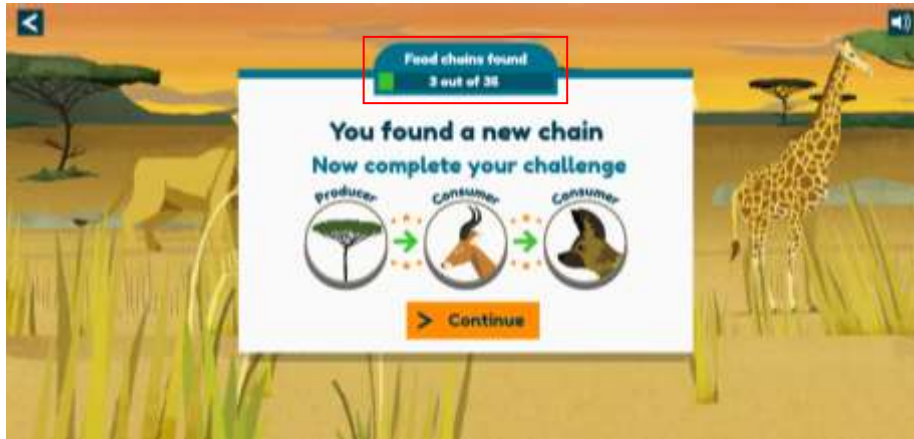
1.10 ให้นักเรียนคลิกแล้วลากรูปภาพสิ่งมีชีวิตในกรอบวงกลมมาสร้างเป็นโซ่อาหารด้านล่าง



1.11 เมื่อนักเรียนสร้างโซ่อาหารเสร็จให้คลิกที่คำว่า check it



1.12 หากนักเรียนสร้างโซ่อาหารถูกต้อง เกมจะเริ่มนับจำนวนโซ่อาหารที่นักเรียนสร้างได้ ให้นักเรียนคลิกคำว่า Continue เพื่อเริ่มเล่นเกมต่อไปในระดับที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จนครบ 6 ระดับ เพื่อสร้างโซ่อาหารให้ครบ 35 โซ่อาหารหรือสร้างให้ได้มากที่สุด แต่หากนักเรียนสร้างโซ่อาหารผิดจะต้องสร้างใหม่ให้ถูกต้อง



1.13 ครูชี้แจงความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระเรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ กับเกมทั้งสองเกมว่า เกม The Producers Consumers Decomposers เป็นเกมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศว่ามีบทบาทใดบ้าง และแต่ละบทบาทมีความแตกต่างกันอย่างไร ส่วนเกม Food chain challenge เป็นเกมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ชนิดของผู้บริโภคที่แบ่งตามการกินอาหาร และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศในรูปของโซ่อาหาร การถ่ายทอดพลังงานที่อยู่ในอาหารไปตามลำดับขั้นโดยการกินกันเป็นทอด ๆ

ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา (60 นาที)

2.1 ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยละความสามารถ

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือเล่นเกมตามกติกาและวิธีการเล่นเกมที่ครูได้ชี้แจง สมาชิกกลุ่มต้องช่วยกันวิเคราะห์เกมและหาแนวทางในการเล่นเกมที่ประสบความสำเร็จ โดยเริ่มจากเกมที่ 1 เกม The Producers Consumers Decomposers

2.3 ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกมที่ 1 ครูเดินสำรวจการเล่นเกมของนักเรียน และคอยให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยในกติกาหรือวิธีการเล่นเกม

2.4 เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มเล่นเกมที่ 1 เสร็จแล้ว ครูประกาศผู้ชนะในเกมที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ตอบถูกหมดทุกข้อหรือตอบผิดน้อยที่สุด

2.5 นักเรียนเริ่มเล่นเกมที่ 2 เกม Food chain challenge โดยครูกำหนดเวลาในการเล่น 30 นาที

2.6 ครูเดินสำรวจการเล่นเกมที่ 2 ของนักเรียนทุกกลุ่ม และคอยให้คำแนะนำนักเรียนที่มีข้อสงสัย

2.7 เมื่อหมดเวลาเล่นเกม ครูส่งสัญญาณให้นักเรียนทุกกลุ่มหยุดเล่น บันทึกจำนวนโซ่อาหารที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างได้ และให้คะแนนโดย 1 โซ่อาหาร เท่ากับ 1 คะแนน จากนั้นครูประกาศผู้ชนะในเกมที่ 2

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER (60 นาที)

3.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้

- จากที่นักเรียนได้เล่นเกม นักเรียนพบว่าสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศซึ่งมีบทบาทแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: 3 ชนิด ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์)

- ถ้าพิจารณาตามการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภค เราสามารถแบ่งผู้บริโภคได้กี่ประเภท อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: สามารถแบ่งผู้บริโภคได้ 4 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิตกินพืช สิ่งมีชีวิตกินสัตว์ สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ และสัตว์กินซาก)

3.2 ครูสุมนักเรียน 2 กลุ่ม ให้ตอบคำถามข้างต้น กลุ่มละ 1 ข้อ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นช่วยกันอภิปรายว่าเพื่อนตอบถูกหรือไม่ หากเพื่อนตอบไม่ถูกต้องให้ช่วยกันแก้ไขคำตอบให้ถูกต้อง

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ โดยข้อสรุปที่นักเรียนสร้างจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) นักเรียนต้องช่วยกันเขียนข้อสรุปหรือตอบคำถามตามความเข้าใจ (2) หลักฐาน (Evidence) นักเรียนต้องช่วยกันหาข้อมูลที่เหมาะสมสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบของตนเอง และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) นักเรียนต้องชี้แจงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยการอธิบายทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง แต่ละส่วนมีคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน

3.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบงานที่ 2 เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และชี้แจงให้นักเรียนทุกคนทำใบงานในข้อที่ 1 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ โดยให้นักเรียนช่วยกันทำเป็นกลุ่ม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และสร้างข้อสรุปโดยการตอบคำถามข้อที่ 1 ในใบงาน ดังนี้

(1.1) ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา)

(แนวคำตอบ: ผู้ผลิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภค หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้จึงต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยการผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลงแล้วดูดซึมสารอาหารไปใช้ โดยการที่สิ่งมีชีวิตมีบทบาทที่แตกต่างกันทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในรูปแบบของโซ่อาหาร และทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารเป็นวัฏจักร)

(1.2) สิ่ง que แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์นี้คืออะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

(แนวคำตอบ: โขอาหารที่สร้างได้จากการเล่นเกม ซึ่งพบว่า สิ่งมีชีวิตที่เป็นพืช สาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงไม่ต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตบางชนิดต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารเพราะไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ และสิ่งมีชีวิตบางชนิดดำรงชีวิตโดยการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นสารอาหารและดูดซึมไปใช้)

(1.3) เหตุผลที่สามารณำมาอธิบายได้คืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ)

(แนวคำตอบ: ผู้ผลิตจะทำหน้าที่ในการสร้างสารอินทรีย์ เช่น แก๊สออกซิเจน ให้กับระบบนิเวศ และเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภคพืชหรือผู้บริโภคลำดับที่ 1 ผู้บริโภคลำดับที่ต่ำกว่าจะเป็นอาหารของผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าต่อไปเรื่อย ๆ และเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงผู้ย่อยสลายอินทรีย์จะทำหน้าที่ในการย่อยซากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นแล้วดูดซึมสารอาหารไปใช้เพียงบางส่วน ส่วนที่เหลือจะอยู่ในสิ่งแวดล้อมซึ่งผู้ผลิตสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป จึงทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศโดยการกินกันเป็นทอด ๆ ที่เรียกว่า โขอาหาร และการหมุนเวียนของสารเป็นวัฏจักร)

ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล (30 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศที่กลุ่มตนเองได้สร้างขึ้น

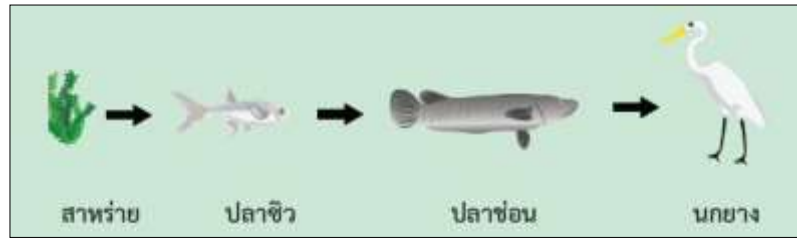
4.2 นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปที่เพื่อนได้นำเสนอ โดยนักเรียนสามารถโต้แย้งได้หากมีความคิดเห็นว่าข้อสรุปนั้นไม่ถูกต้อง หรือมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ

4.3 ครูให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสรุปที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (15 นาที)

5.1 ครูตรวจการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศของนักเรียนจากใบงานในข้อที่ 1 และให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน

5.2 ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโขอาหาร เพื่อเป็นการประเมินมโนทัศน์เกี่ยวกับบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นรายบุคคล โดยตอบคำถามข้อที่ 2 ในใบงาน ดังนี้



(2.1) จากโซ่อาหารนี้ ปริมาณพลังงานจากสาหร่ายที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ เปลี่ยนไปอย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา)

(แนวคำตอบ: พลังงานที่ถ่ายทอดไปจะลดลงไปตามลำดับขั้นของการบริโภค โดยผู้ผลิต (สาหร่าย) จะมีพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อมากที่สุด ปลาซิวได้รับพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อจากผู้ผลิตมากที่สุดในขณะที่นกยางได้รับพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อจากผู้ผลิตน้อยที่สุด)

(2.2) สังเกตได้จากอะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

(แนวคำตอบ: รูปภาพโซ่อาหารที่แสดงให้เห็นการกินกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้แก่ สาหร่าย (ผู้ผลิต) ปลาซิว (ผู้บริโภคลำดับที่ 1) ปลาช่อน (ผู้บริโภคลำดับที่ 2) และนกยาง (ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย)

(2.3) เหตุผลคืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ)

(แนวคำตอบ: เพราะการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศ ปริมาณพลังงานในผู้ผลิตจะมีมากที่สุดและลดลงไปเรื่อย ๆ ตามลำดับขั้นของการบริโภค เนื่องจากผู้บริโภคนั้นกินผู้ผลิตได้เพียงบางส่วน ซึ่งส่วนที่กินได้นั้นผู้บริโภคจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเผาผลาญเพื่อผลิตพลังงานสำหรับใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย และพลังงานอีกส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในรูปของความร้อน)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้:

1. เกม The Producers Consumers Decomposers
2. เกม Food chain challenge
3. ใบงานเรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แหล่งเรียนรู้:

4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 (สสวท.)

9. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้และความเข้าใจ (K) 1. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศได้	ตรวจการสร้างข้อสรุปจากการตอบคำถามข้อที่ 1 ในใบงานที่ 2	คำถามข้อที่ 1 ในใบงานที่ 2	6 คะแนนขึ้นไปตามเกณฑ์การประเมินในข้อ 9.1
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 2. วิเคราะห์และสร้างโซ่อาหารแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิตได้	ตรวจการสร้างโซ่อาหารจากเกม Food Chain Challenge 1 โซ่อาหาร 1 คะแนน	เกม Food Chain Challenge	20 คะแนนขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3. ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	15 คะแนนขึ้นไป

9.1 เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ (การสร้างข้อสรุป)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	0	1	2	3
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่มีการระบุข้อกล่าวอ้าง หรือระบุข้อกล่าวอ้างแต่ไม่ถูกต้อง	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องบางส่วน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องเกือบจะทั้งหมด แต่ไม่กระชับ ชัดเจน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด กระชับ ชัดเจน และครบถ้วน
หลักฐาน	ไม่มีการระบุหลักฐาน หรือระบุหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุหลักฐานแต่ไม่ครบถ้วนและไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของข้อมูล
การให้เหตุผล	ไม่มีการระบุเหตุผล หรือระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องเกือบจะครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน

แบบสังเกตพฤติกรรม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออก			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การวางแผนการทำงาน	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรม และเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ดีมาก	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรม และเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ดี	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรมค่อนข้างน้อย แต่เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ค่อนข้างดี	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงานน้อยมาก และไม่ได้เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือก ในการดำเนินกิจกรรม
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์มาก	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ไม่ค่อยสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จสมบูรณ์
3. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดีมาก	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมปานกลาง	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อย
4. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นค่อนข้างน้อย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ปานกลาง	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นน้อยมาก และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
5. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นอย่างมาก	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นค่อนข้างมาก	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นปานกลาง	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นน้อย
รวม คะแนน			

เกณฑ์ในการแปลความหมายจากผลของแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น

- 18 - 20 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับดีมาก
- 15 - 17 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับดี
- 10 - 14 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับพอใช้
- 5 - 9 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาพร คำฝักฝน)

ชื่อ - นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ใบงาน	เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
-------	---------------------------------------

ข้อที่ 1 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ (9 คะแนน)

1.1 ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 สิ่ง que แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์นี้คืออะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 เหตุผลที่สามารถนำมาอธิบายได้คืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ) (3 คะแนน)

.....

.....

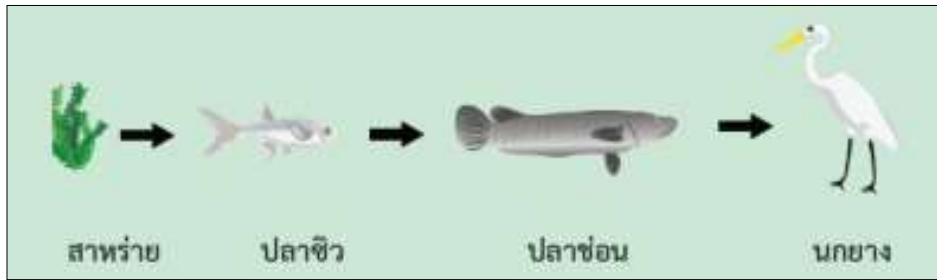
.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร (9 คะแนน)



2.1 จากโซ่อาหารนี้ ปริมาณพลังงานจากสาหร่ายที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ เปลี่ยนไปอย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 สังเกตได้จากอะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 เหตุผลคืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รายวิชา วิทยาศาสตร์ 6 (ว23102)
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ เวลา 3 ชั่วโมง
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 ผู้จัดทำแผน นางสาวฐิตาพร คำฝักฝน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/2 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- 1) สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยื่อกับผู้ล่า ภาวะปรสิต
- 2) สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่า ประชากร
- 3) กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ได้ (K)
2. นักเรียนวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแบบต่าง ๆ ได้ (P)
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

4. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- | | | | |
|---|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> มีวินัย | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร: อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ
- ความสามารถในการคิด: วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแบบต่าง ๆ ได้

6. สารการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อยู่ร่วมกันในระบบนิเวศจะมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตบางชนิดได้ประโยชน์ บางชนิดเสียประโยชน์ และบางชนิดไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ การที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดมาอยู่ร่วมกันโดยต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์เรียกรูปแบบความสัมพันธ์นี้ว่า **ภาวะพึ่งพากัน (mutualism)** เช่น ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล โดยปลาการ์ตูนใช้ดอกไม้ทะเลเป็นที่อยู่อาศัย หลบภัย และวางไข่ ส่วนดอกไม้ทะเลเอาคีย์ปลาการ์ตูนล่อสัตว์น้ำชนิดอื่นให้เข้ามาใกล้ดอกไม้ทะเล เพื่อดอกไม้ทะเลจะได้จับสัตว์น้ำนั้น ๆ เป็นอาหาร หรือกรณีของไลเคน ที่เป็นการอยู่ร่วมกันของราและสาหร่าย โดยราจะได้รับสารอาหารจกสาหร่าย ส่วนสาหร่ายก็จะได้รับความชื้นจากรา

การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้รับประโยชน์ ส่วนอีกชนิดหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เรียกรูปแบบความสัมพันธ์นี้ว่า **ภาวะอิงอาศัย (commensalism)** ตัวอย่างเช่น ปลาเหาฉลามกับปลาฉลาม โดยปลาเหาฉลามได้ประโยชน์จากเศษอาหารที่ปลาฉลามกิน ส่วนปลาฉลามไม่ได้ประโยชน์จากปลาเหาฉลามแต่ก็ไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด หรือกรณีของกล้วยไม้ป่าที่เกาะอยู่บนลำต้นของต้นไม้ใหญ่ โดยกล้วยไม้ป่าได้รับความชื้นและที่อยู่อาศัยจากต้นไม้ใหญ่ ส่วนต้นไม้ใหญ่ไม่ได้รับประโยชน์จากกล้วยไม้ป่าแต่ก็ไม่เสียประโยชน์เช่นเดียวกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันในลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ แต่อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์ โดยสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ เรียกว่า **ปรสิต (parasite)** ต้องอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่เสียประโยชน์ เรียกว่า **ผู้ถูกอาศัย (host)** ซึ่งส่วนมากสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ถูกอาศัยจะไม่เสียชีวิตในทันที รูปแบบความสัมพันธ์นี้เรียกว่า **ภาวะปรสิต (parasitism)** ตัวอย่างเช่น เห็บบนตัวสุนัข โดยเห็บเป็นปรสิตได้ประโยชน์จากการกินเลือดของสุนัขเป็นอาหาร ส่วนสุนัขเป็นผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์จากการสูญเสียเลือดและอาจติดเชื้อโรคที่มาจากเห็บ หรือในกรณีของกาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ กาฝากเป็นปรสิตใช้รากเจาะลำต้นของต้นไม้เพื่อดูดน้ำและอาหาร ส่วนต้นไม้เป็นผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์ โดยจะถูกแย่งน้ำและอาหาร

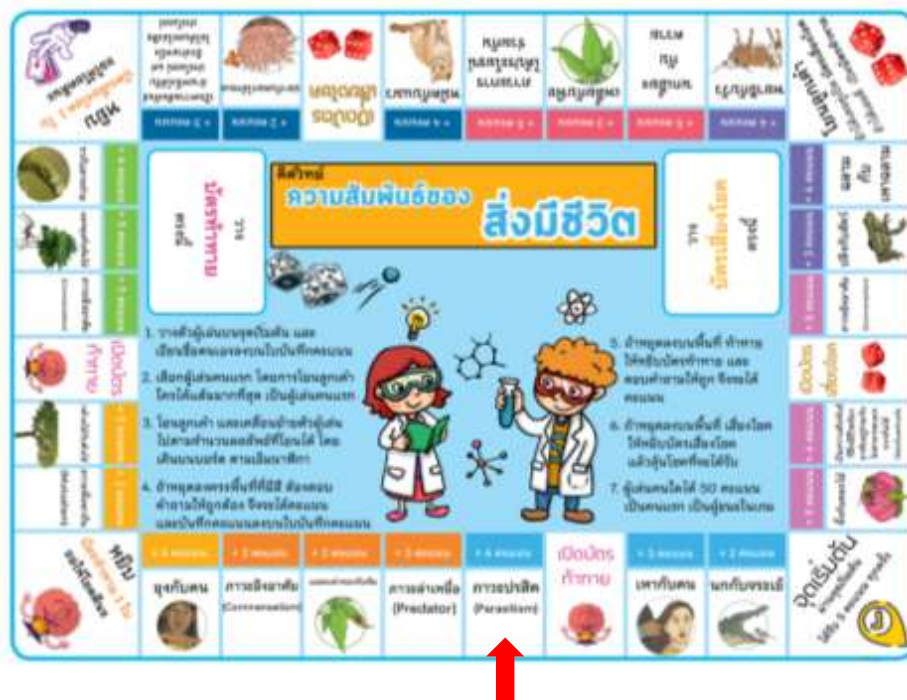
สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่อยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันจะมีการกินกันเป็นอาหาร ซึ่งฝ่ายหนึ่งจะได้ประโยชน์ ฝ่ายหนึ่งจะเสียประโยชน์ เรียกรูปแบบความสัมพันธ์นี้ว่า **การล่าเหยื่อ (predation)** โดยสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์จากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารเรียกว่า **ผู้ล่า (predator)** ส่วนสิ่งมีชีวิตที่เสียประโยชน์จากการถูกกินเป็นอาหารและเสียชีวิตลงเรียกว่า **เหยื่อ (prey)** เช่น สิงโตกัดควายป่า งูกับกบ โดยสิงโตและงูเป็นผู้ล่า ส่วนควายป่าและกบเป็นเหยื่อ

1.5 ให้นักเรียนทุกคนทอยลูกเต๋าเพื่อเลือกลำดับผู้เล่น โดยนักเรียนที่ทอยลูกเต๋าค่าได้แต้มสูงสุดจะเป็นผู้เล่นคนแรก และนักเรียนที่ได้แต้มรองลงมาจะเป็นผู้เล่นคนต่อไป

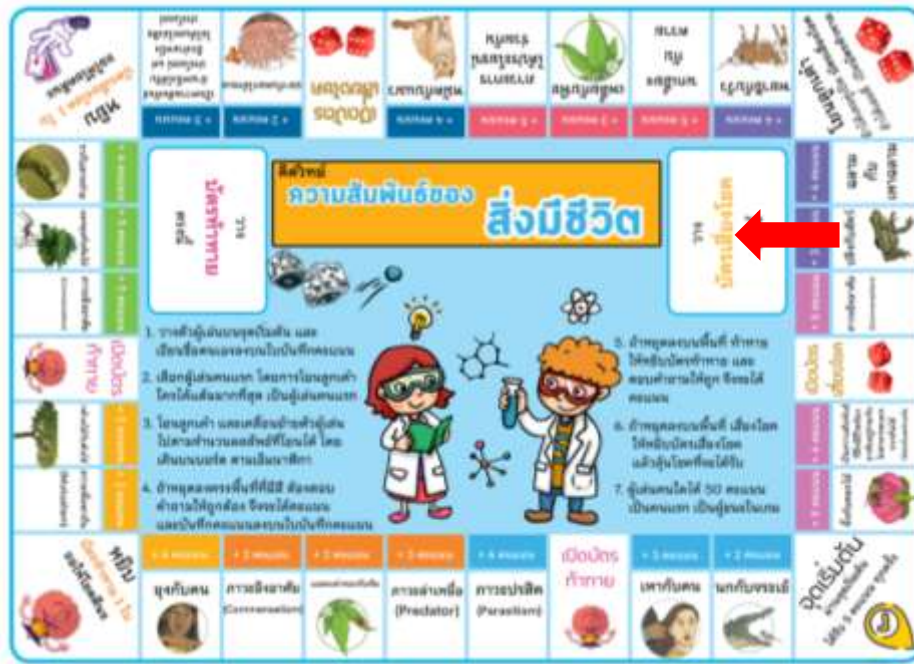
1.6 เมื่อนักเรียนทุกคนได้ลำดับการเล่นครบแล้ว ผู้เล่นคนแรกทอยลูกเต๋าและเคลื่อนย้ายหมากเดินเกมไปตามจำนวนแต้มที่ทอยได้ โดยเดินหมากบนกระดานตามเข็มนาฬิกา

1.7 ถ้าหมากเดินเกมหยุดลงในช่องที่มีแถบสี ผู้เล่นต้องตอบคำถามในช่องนั้น ๆ ให้ถูกต้อง หากตอบถูกต้องจะได้คะแนนตามที่กำหนดไว้ในแถบสี และบันทึกคะแนนลงในใบบันทึกคะแนน หากตอบผิดจะไม่ได้คะแนน ยกตัวอย่างเช่น

- ถ้าหมากเดินเกมหยุดในช่องที่เป็นชื่อรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ผู้เล่นต้องอธิบายว่าความสัมพันธ์รูปแบบนั้นมีลักษณะอย่างไร และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบนั้น ๆ เช่น หมากเดินเกมหยุดในช่องภาวะปรสิต ผู้เล่นต้องอธิบายว่า เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ เรียกว่า ปรสิต แต่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์ เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย ตัวอย่างเช่น กาฝากกับต้นไม้



- ถ้าหมากเดินเกมหยุดในช่องที่เป็นตัวอย่างสิ่งมีชีวิตสองชนิด ผู้เล่นต้องตอบให้ถูกว่าสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดนั้นมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด เช่น เหากับคน เป็นภาวะปรสิต



1.10 ผู้เล่นทุกคนทอยลูกเต๋าและเดินหมากบนกระดานจนครบทุกคน ผู้เล่นคนใดที่ได้ 50 คะแนนก่อนเป็นคนแรกจะเป็นผู้ชนะ

1.11 ครูชี้แจงความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศกับเกมเศรษฐีความรู้ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต) ว่าเป็นเกมที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร และแต่ละรูปแบบความสัมพันธ์มีตัวอย่างการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตใดบ้าง

ขั้นที่ 2 เล่นตามกติกา (60 นาที)

2.1 ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยละความสามารถ

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือเล่นเกมตามกติกาและวิธีการเล่นเกมที่ครูได้ชี้แจง นักเรียนแต่ละคนจะต้องวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและพยายามตอบคำถามให้ถูกต้องเพื่อให้ได้คะแนนมากที่สุด โดยครูกำหนดเวลาในการเล่นเกม 50 นาที

2.3 ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกม ครูเดินสำรวจการเล่นเกมของนักเรียน และคอยให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัยในกติกาหรือวิธีการเล่นเกม

2.4 เมื่อหมดเวลาเล่นเกม ครูส่งสัญญาณให้นักเรียนทุกกลุ่มหยุดเล่น

2.5 ครูตรวจใบบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และประกาศผู้ชนะของแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ CER (60 นาที)

3.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้

- จากการเล่นเกม นักเรียนพบรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่รูปแบบ และมีรูปแบบใดบ้าง (แนวคำตอบ: 4 รูปแบบ ได้แก่ ภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะล่าเหยื่อ และภาวะปรสิต)

- สิ่งใดที่ทำให้ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน (แนวคำตอบ: ความสัมพันธ์แต่ละรูปแบบแตกต่างกันที่การได้รับประโยชน์หรือเสียประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิด)

3.2 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ให้ตอบคำถามข้างต้น กลุ่มละ 1 ข้อ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นช่วยกัน อภิปรายว่าเพื่อนตอบถูกหรือไม่ หากเพื่อนตอบไม่ถูกต้องให้ช่วยกันแก้ไขคำตอบให้ถูกต้อง

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยข้อสรุปที่นักเรียนสร้างจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) นักเรียนต้องช่วยกัน เขียนข้อสรุปหรือตอบคำถามตามความเข้าใจ (2) หลักฐาน (Evidence) นักเรียนต้องช่วยกันหาข้อมูลที่ เหมาะสมมาสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบของตนเอง และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) นักเรียนต้องชี้แจง ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยการอธิบายทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง แต่ละส่วนมีคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน

3.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบงานที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และชี้แจงให้นักเรียนทุกคนทำใบงานในข้อที่ 1 โดยให้นักเรียนช่วยกันทำเป็นกลุ่ม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และสร้างข้อสรุปโดยการตอบคำถามข้อที่ 1 ในใบงาน ดังนี้



(1.1) จากภาพที่กำหนดให้ข้างต้น พบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่รูปแบบ และมีในรูปแบบใดบ้าง (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา)

(แนวคำตอบ: พบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 4 รูปแบบ ได้แก่ ภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะล่าเหยื่อ และภาวะปรสิต)

(1.2) นักเรียนสังเกตได้จากสิ่งใด (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

(แนวคำตอบ: สังเกตได้จากรูปภาพที่กำหนดให้ข้างต้น ฝึลื้อกับดอกไม้ แสดงถึงภาวะพึ่งพากัน ฉลามกับปลาเหาฉลาม แสดงถึงภาวะอิงอาศัย นกกระยางกับปลา แสดงถึงภาวะล่าเหยื่อ และเห็บกับสุนัข แสดงถึงภาวะปรสิต)

(1.3) จงบอกเหตุผลที่นักเรียนนำมาอธิบาย (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ)

(แนวคำตอบ: ภาวะอิงอาศัย คือ การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้รับประโยชน์ ส่วนอีกชนิดหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ ตัวอย่างเช่น ฉลามกับปลาเหาฉลาม โดยปลาเหาฉลามได้ประโยชน์จากเศษอาหารที่ปลาฉลามกิน ส่วนปลาฉลามไม่ได้ประโยชน์จากปลาเหาฉลามแต่ก็ไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด ภาวะพึ่งพากัน คือ การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตโดยต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ เช่น ฝึลื้อกับดอกไม้ โดยฝึลื้อดูดน้ำหวานจากเกสรดอกไม้เป็นอาหาร ส่วนดอกไม้ได้ฝึลื้อช่วยผสมเกสรเพื่อการสืบพันธุ์ ภาวะล่าเหยื่อ คือ การที่สิ่งมีชีวิตอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันและมีการกินกันเป็นอาหาร ซึ่งฝ่ายหนึ่งจะได้ประโยชน์ฝ่ายหนึ่งจะเสียประโยชน์ เช่น นกกระยางกับปลา โดยนกกระยางเป็นผู้ล่า ส่วนปลาเป็นเหยื่อ และภาวะปรสิต คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันในลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ แต่อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์ เช่น เห็บบนตัวสุนัข โดยเห็บเป็นปรสิตได้ประโยชน์จากการกินเลือดของสุนัขเป็นอาหาร ส่วนสุนัขเป็นผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์จากการสูญเสียเลือดและอาจติดเชื้อโรคที่มาจากเห็บ)

ขั้นที่ 4 อภิปรายสะท้อนผล (30 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่กลุ่มตนเองได้สร้างขึ้น

4.2 นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปที่เพื่อนได้นำเสนอ โดยนักเรียนสามารถโต้แย้งได้หากมีความคิดเห็นว่าข้อสรุปนั้นไม่ถูกต้อง หรือมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอ

4.3 ครูให้ข้อเสนอแนะหรือให้คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสรุปที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (15 นาที)

5.1 ครูตรวจการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศของนักเรียนจากใบงานในข้อที่ 1 และให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน

5.2 ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในใบงานข้อที่ 2 เพื่อประเมินมโนทัศน์ของนักเรียนรายบุคคลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศดังนี้

คู่ที่ 1



คู่ที่ 2



(2.1) จากภาพที่กำหนดให้ข้างต้น สิ่งมีชีวิตคู่ที่ 1 และสิ่งมีชีวิตคู่ที่ 2 มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเดียวกันหรือแตกต่างกัน จงอธิบายทีละคู่ (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา)

(แนวคำตอบ: จากภาพที่กำหนดให้ข้างต้น สิ่งมีชีวิตคู่ที่ 1 มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเดียวกัน ส่วนสิ่งมีชีวิตคู่ที่ 2 มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่แตกต่างกัน)

(2.2) สังเกตได้จากอะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

(แนวคำตอบ: จากรูปภาพที่กำหนดให้ข้างต้นที่แสดงว่าสิ่งมีชีวิตในคู่ที่ 1 ได้แก่ ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล และนกเอี้ยงกับควาย เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตรูปแบบเดียวกัน คือ ภาวะพึ่งพากัน แต่สิ่งมีชีวิตคู่ที่ 2 ได้แก่ เฟิร์นกับต้นไม้ใหญ่ มีความสัมพันธ์กันแบบภาวะอิงอาศัย และไลเคนซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันของรากับสาหร่าย มีความสัมพันธ์กันแบบภาวะพึ่งพากัน)

(2.3) เหตุผลที่นำมาอธิบายคืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ)

(แนวคำตอบ: ภาวะพึ่งพากัน คือ การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตโดยต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ โดยปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเลได้รับประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย เช่น ปลาการ์ตูนใช้ดอกไม้ทะเลเป็นที่อยู่อาศัยหลบภัย และวางไข่ ส่วนดอกไม้ทะเลได้ปลาการ์ตูนช่วยไล่สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นให้เข้ามาใกล้แล้วจับเป็นอาหาร นกเอี้ยงได้รับอาหารจากการกินเห็บ ไร ที่อยู่บนตัวควาย ส่วนควายจะได้ประโยชน์จากนกเอี้ยงที่ช่วยกินปรสิต

ที่ก่อความรำคาญ ไลเคนซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันของรากกับสาหร่าย สาหร่ายได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากรา ส่วนราได้รับอาหารและออกซิเจนจากสาหร่าย ส่วนภาวะอิงอาศัย คือ การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้รับประโยชน์ส่วนอีกชนิดหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ โดยเฟิร์นได้รับแสงและความชื้นจากต้นไม้ใหญ่ ส่วนต้นไม้ใหญ่ไม่ได้ประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด)

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- สื่อการเรียนรู้: 1. เกมเศรษฐีความรู้ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต)
2. ใบงานเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- แหล่งเรียนรู้: 3. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 (สสวท.)

9. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้และความเข้าใจ (K) 1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ได้	ตรวจการสร้าข้อสรุปจากการตอบคำถามข้อที่ 1 ในใบงานที่ 4	คำถามข้อที่ 1 ในใบงานที่ 4	6 คะแนนขึ้นไปตามเกณฑ์การประเมินในข้อ 9.1
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 2. วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแบบต่าง ๆ ได้	ตรวจใบบันทึกคะแนนจากเกมเศรษฐีความรู้ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ)	เกมเศรษฐีความรู้ (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ)	30 คะแนนขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3. ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	15 คะแนนขึ้นไป

9.1 เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ (การสร้างข้อสรุป)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	0	1	2	3
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่มีการระบุข้อกล่าวอ้าง หรือระบุข้อกล่าวอ้างแต่ไม่ถูกต้อง	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องบางส่วน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องเกือบจะทั้งหมด แต่ไม่กระชับ ชัดเจน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด กระชับ ชัดเจน และครบถ้วน
หลักฐาน	ไม่มีการระบุหลักฐาน หรือระบุหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุหลักฐานแต่ไม่ครบถ้วนและไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ระบุหลักฐานถูกต้องครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของข้อมูล
การให้เหตุผล	ไม่มีการระบุเหตุผล หรือระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้อง	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องเกือบจะครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน

แบบสังเกตพฤติกรรม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออก			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การวางแผนการทำงาน	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรม และเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ดีมาก	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรม และเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ดี	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนทำกิจกรรมค่อนข้างน้อย แต่เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือกในการดำเนินกิจกรรมได้ค่อนข้างดี	<input type="checkbox"/> มีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงานน้อยมาก และไม่ได้เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือทางเลือก ในการดำเนินกิจกรรม
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์มาก	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ไม่ค่อยสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จสมบูรณ์
3. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดีมาก	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมปานกลาง	<input type="checkbox"/> ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมน้อย
4. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำกิจกรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นค่อนข้างน้อย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ปานกลาง	<input type="checkbox"/> แสดงความคิดเห็นน้อยมาก และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
5. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นอย่างมาก	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นค่อนข้างมาก	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นปานกลาง	<input type="checkbox"/> รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นน้อย
รวม คะแนน			

เกณฑ์ในการแปลความหมายจากผลของแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น

- 18 - 20 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับดีมาก
- 15 - 17 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับดี
- 10 - 14 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับพอใช้
- 5 - 9 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นได้อยู่ในระดับปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวฐิตาพร คำฝึกฝน)

ชื่อ - นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ใบงาน	เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
-------	--

ข้อที่ 1 (9 คะแนน)



1.1 จากภาพที่กำหนดให้ข้างต้น พบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่รูปแบบ และมีในรูปแบบใดบ้าง (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนสังเกตได้จากสิ่งใด (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จงบอกเหตุผลที่นักเรียนนำมาอธิบาย (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 (9 คะแนน)

คู่ที่ 1



คู่ที่ 2



2.1 จากภาพที่กำหนดให้ข้างต้น สิ่งมีชีวิตคู่ที่ 1 และสิ่งมีชีวิตคู่ที่ 2 มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเดียวกันหรือแตกต่างกัน จงอธิบายที่ละคู่ (ข้อกล่าวอ้าง - วิเคราะห์เนื้อหา) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2.2 สังเกตได้จากอะไร (หลักฐาน - วิเคราะห์ความสัมพันธ์) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2.3 เหตุผลที่นำมาอธิบายคืออะไร (การให้เหตุผล - วิเคราะห์หลักการ) (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 (ว23102)

เวลา 60 นาที

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง โดยอธิบายให้ละเอียด ครบถ้วน และสมเหตุสมผล

ข้อที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ (9 คะแนน)



1.1 จากภาพนักเรียนพบองค์ประกอบใดบ้างในระบบนิเวศนี้ และองค์ประกอบเหล่านั้นมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร (วิเคราะห์เนื้อหา).....

.....

.....

.....

1.2 สังเกตได้จาก (วิเคราะห์ความสัมพันธ์).....

.....

.....

.....

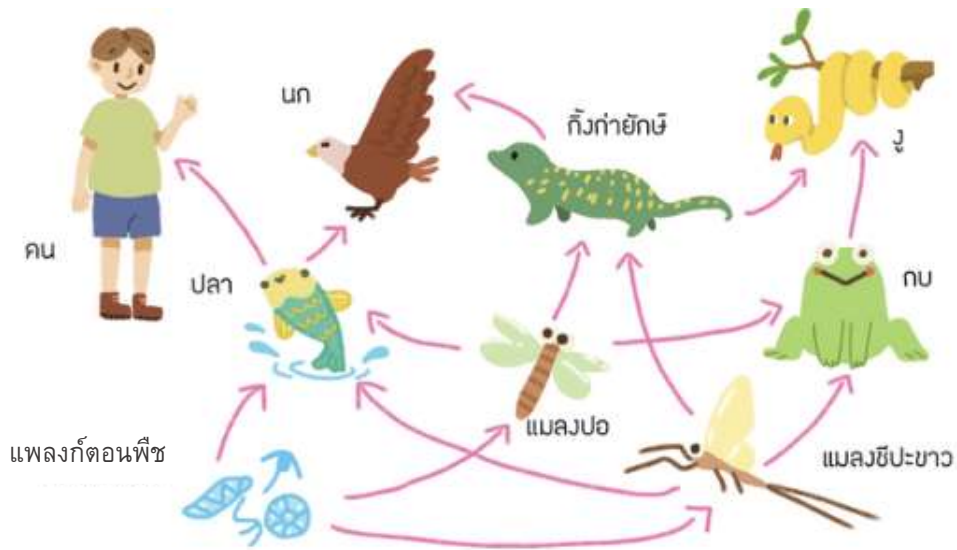
1.3 เพราะ (วิเคราะห์หลักการ).....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (9 คะแนน)

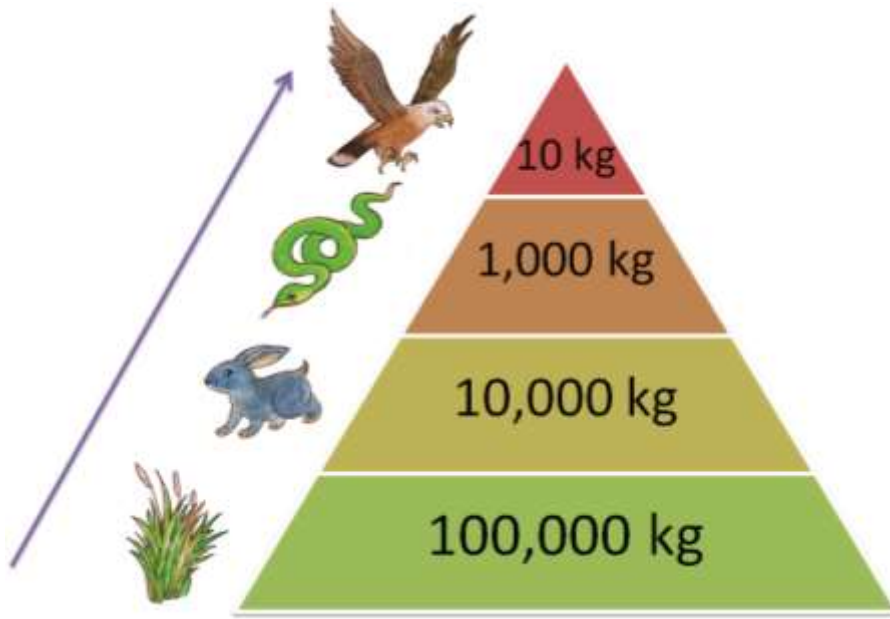


2.1 จากสายใยอาหารข้างต้น สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีบทบาทแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ และสิ่งมีชีวิตชนิดนี้มีบทบาทใดในระบบนิเวศ (วิเคราะห์เนื้อหา).....

2.2 สังเกตได้จาก (วิเคราะห์ความสัมพันธ์).....

2.3 เพราะ (วิเคราะห์หลักการ).....

ข้อที่ 3 การสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (9 คะแนน)



พีระมิดการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร

3.1 ถ้ามีสารพิษสะสมอยู่ในหญ้า จงเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่จะมีปริมาณสารพิษสะสมในร่างกายมากที่สุดไปน้อยที่สุด (วิเคราะห์เนื้อหา).....

.....

.....

3.2 สังกัดได้จาก (วิเคราะห์ความสัมพันธ์).....

.....

.....

3.3 เพราะ (วิเคราะห์หลักการ).....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (9 คะแนน)



4.1 จากภาพที่กำหนดให้ นักเรียนพบรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศกี่รูปแบบ ได้แก่รูปแบบใดบ้าง (วิเคราะห์เนื้อหา).....

.....

4.2 สิ่งที่ได้จาก (วิเคราะห์ความสัมพันธ์).....

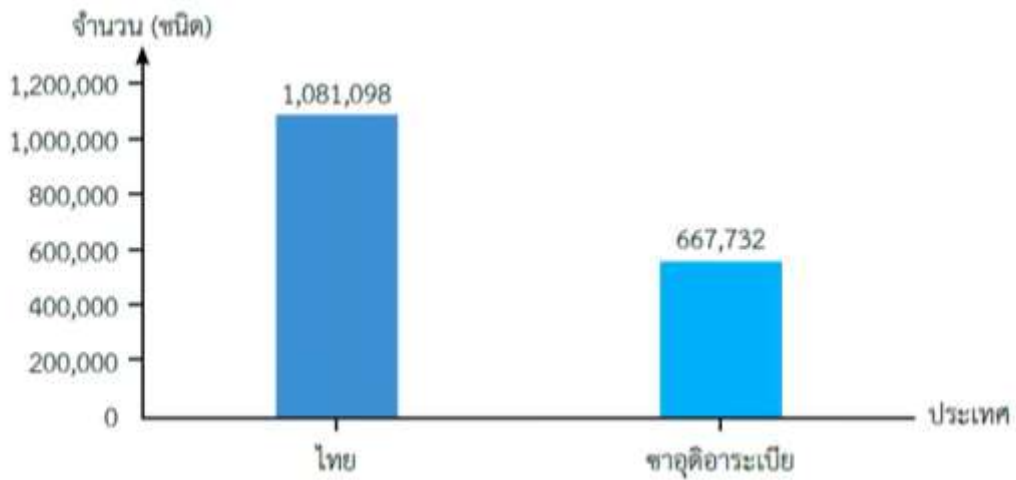
.....

4.3 เพราะ (วิเคราะห์หลักการ).....

.....

.....

ข้อที่ 5 ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต (9 คะแนน)



แผนภูมิแสดงจำนวนสิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยและประเทศซาอุดีอาระเบีย

5.1 จากแผนภูมิข้างต้นประเทศใดมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่า และมากกว่าเท่าใด (วิเคราะห์เนื้อหา).....

.....

5.2 สังเกตได้จาก (วิเคราะห์ความสัมพันธ์).....

.....

.....

5.3 เพราะ (วิเคราะห์หลักการ).....

.....

.....

.....

.....

3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 (ว23102)

เวลา 60 นาที

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัยและการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ตัวเลือก พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

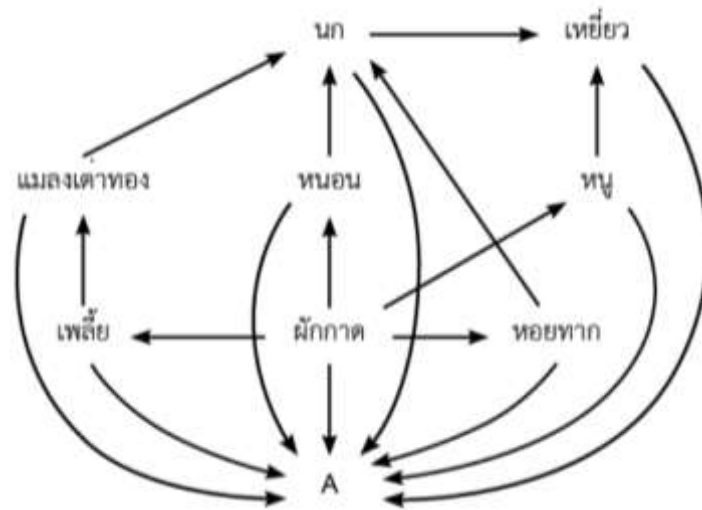
3 คะแนน	มโนทัศน์ที่สมบูรณ์	คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด
2 คะแนน	มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์	คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
1 คะแนน	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	คำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง
0 คะแนน	ความเข้าใจผิด	คำตอบผิดและการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม

1. ข้อใดที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ
 - ก. นกหลายชนิดทำรังอยู่บนต้นไม้ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและเลี้ยงดูลูก
 - ข. ปลาเหาฉลามชอบเกาะอยู่บนตัวฉลาม เพราะได้กินเศษอาหารจากฉลาม
 - ค. เฟินหลายชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ เพราะได้รับแสงและอากาศมากกว่าที่พื้นดิน
 - ง. พืชและสาหร่ายใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกสู่อากาศ

อากาศ

เหตุผล.....

จงพิจารณาแผนภาพแสดงสายใยอาหารต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2-3



2. A เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใด และมีบทบาทอย่างไร

- ก. A เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในดิน มีบทบาทเป็นสิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์
- ข. A เป็นเห็ดหรือแบคทีเรียบางชนิด มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ค. A เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบนผิวดิน มีบทบาทเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย
- ง. A เป็นสัตว์กินซาก มีบทบาทเป็นผู้รับพลังงานลำดับสุดท้ายของสายใยอาหารนี้

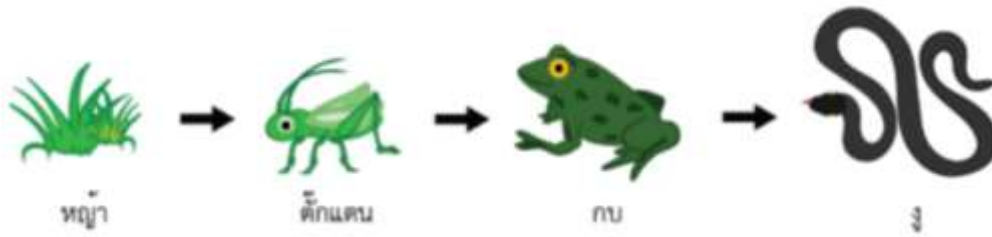
เหตุผล.....
.....
.....
.....

3. ถ้าพื้นที่ปลูกผักกาดมีน้ำท่วมขังแล้วทำให้ผักกาดตายหมด จะส่งผลกระทบต่อสายใยอาหารนี้

- ก. นกและหนูมีประชากรเพิ่มมากขึ้น
- ข. เพลี้ยมีประชากรเพิ่มมากขึ้น แต่แมลงเต่าทองมีประชากรลดลง
- ค. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 เท่านั้นที่มีประชากรลดลง
- ง. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดในสายใยอาหารนี้มีประชากรลดลง

เหตุผล.....
.....
.....
.....

ใช้ภาพโซ่อาหารในการตอบคำถามข้อ 4



4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโซ่อาหารนี้

ก. ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและอีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปความร้อน

ข. ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ จะมีปริมาณเท่ากันเสมอ

ค. หญ้าเป็นผู้ผลิตที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด ส่วนงเป็นผู้บริโภคที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด

ง. กบจะนำพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการกินตั๊กแตนไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของตนเอง

เหตุผล.....

.....

.....

.....

จงศึกษาข้อมูลจากตารางและตอบคำถามข้อ 5

จากการศึกษาความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต 5 ชนิดที่อยู่ในโซ่อาหารในสระน้ำแห่งหนึ่ง ได้ข้อมูลดังนี้

ชนิดสิ่งมีชีวิต	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช (ppm)
A	ตรวจพบน้อยมาก
B	0.47
C	0.04
D	2.11
E	0.09

5. ข้อใดแสดงโซ่อาหารในสระน้ำแห่งนี้ได้ถูกต้อง

ก. D → B → E → C → A

ข. C → E → B → D → A

ค. A → C → E → B → D

ง. A → D → B → E → C

เหตุผล.....
.....
.....
.....

6. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่แตกต่างจากข้ออื่น

ก. ไล่เคน

ข. เหาฉลามกับปลาฉลาม

ค. นกเอี้ยงกับควาย

ง. แมลงกับดอกไม้

เหตุผล.....
.....
.....
.....

7. ต่ำสิ่งเกาะยึดตามลำต้นของต้นไม้เพื่อให้ได้รับแสงมากขึ้น ต่ำสิ่งกับต้นไม้มีความสัมพันธ์แบบใด

ก. ภาวะปรสิต

ข. การล่าเหยื่อ

ค. ภาวะอิงอาศัย

ง. ภาวะพึ่งพากัน

เหตุผล.....
.....
.....
.....

8. พฤติกรรมในข้อใดที่แสดงถึงการดูแลรักษาระบบนิเวศที่เหมาะสม
- ก. ทิ้งเศษอาหารลงในแม่น้ำเพื่อเป็นอาหารของสัตว์น้ำ
 - ข. ทำการเกษตรและสร้างที่อยู่อาศัยเพื่อดูแลการเกษตรในพื้นที่ป่า
 - ค. ทอดสมอเรือบริเวณแนวปะการัง
 - ง. ปลุกป่าชายเลนเพื่อเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ

เหตุผล.....
.....
.....
.....

9. ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์อย่างไร
- ก. ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่
 - ข. ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่ได้ภายใต้ความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมโลก
 - ค. ทำให้ระบบนิเวศมีความสมดุลและมีสิ่งมีชีวิตให้มนุษย์เลือกใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย
 - ง. ทำให้โลกมีถิ่นที่อยู่อาศัยเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตไม่กี่ชนิด

เหตุผล.....
.....
.....
.....

10. ข้อใดมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด
- ก. บึงแห่งหนึ่งพบสัตว์น้ำที่บริเวณผิวน้ำจำนวน 30 ชนิดและพบสัตว์น้ำใต้ผิวน้ำอีก 300 ชนิด
 - ข. หุบเขาในภาคตะวันตกพบลิงกังอาศัยอยู่ตามธรรมชาติหลายฝูง แต่ละฝูงมีประชากรประมาณ 160 ตัว
 - ค. ป่าชายเลนพบพืชและสัตว์ประมาณ 200 ชนิด ตัวอย่างเช่น โกงกาง ต้นแสม ปลาตีน ปูแสม
 - ง. หุบเขาสะวันนาในทวีปแอฟริกาพบควายป่า 100 ตัว ม้าลาย 150 ตัว และกวาง 250 ตัวอาศัยอยู่ร่วมกัน

เหตุผล.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก จ

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบเกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER

แผนที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						4.80	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.60	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.65	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.70	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล						4.70	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เท่ากับ 4.69 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

แผนที่ 2 เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						5.00	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.70	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.80	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมีโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.80	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การวัดและประเมินผล						4.60	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เท่ากับ 4.78 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

แผนที่ 3 เรื่อง การสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						5.00	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.60	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.70	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมีโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.40	มาก
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	มาก

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การวัดและประเมินผล						4.70	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เท่ากับ 4.68 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

แผนที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						5.00	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.90	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.80	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และโน้มน้าทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.90	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การวัดและประเมินผล						4.80	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เท่ากับ 4.88 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

แผนที่ 5 เรื่อง การดูแลรักษาระบบนิเวศ

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						4.90	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.80	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.50	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	4	5	4	5	4	4.40	มาก
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และมีโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.60	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การวัดและประเมินผล						4.90	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เท่ากับ 4.74 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

แผนที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้						4.90	มากที่สุด
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						4.80	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						4.65	มากที่สุด
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับเทคนิค CER	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
6. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4	5	4	5	4	4.40	มาก
7. กิจกรรมแต่ละขั้นตอนชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
8. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
เนื้อหาและสื่อที่ใช้						4.80	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
10. สื่อการสอนมีความหมายและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
การวัดและประเมินผล						5.00	มากที่สุด
11. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
12. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เท่ากับ 4.83 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด							

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ข้อความ	จุดประสงค์	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	อธิบายปฏิสัมพันธ์ของระบบนิเวศและวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	จำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	เปรียบเทียบการสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ 1.00

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	จุดประสงค์	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศ	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
2	จำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	อธิบายการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	เปรียบเทียบการสะสมสารพิษของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	จำแนกรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	นำเสนอวิธีดูแลรักษาระบบนิเวศที่เหมาะสม	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
9	อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อความ	จุดประสงค์	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
11	อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบนิเวศ	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
12	จำแนกสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทแตกต่างกันในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
13	อธิบายการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหาร	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
14	จำแนกรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
15	อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้

ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด/แบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ข้อคำถาม	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.51	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้
2	0.66	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้
3	0.56	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้
4	0.58	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้
5	0.68	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้

- ความยากง่ายของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 0.51 - 0.68
- อำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.67
- ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อคำถาม	ความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.30	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้
2	0.52	ใช้ได้	0.83	ใช้ได้
3	0.75	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
4	0.48	ใช้ได้	0.97	ใช้ได้
5	0.30	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้
6	0.48	ใช้ได้	0.97	ใช้ได้
7	0.62	ใช้ได้	0.70	ใช้ได้
8	0.77	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
9	0.52	ใช้ได้	0.83	ใช้ได้
10	0.60	ใช้ได้	0.80	ใช้ได้
11	0.40	ใช้ได้	0.80	ใช้ได้
12	0.37	ใช้ได้	0.73	ใช้ได้
13	0.48	ใช้ได้	0.97	ใช้ได้
14	0.42	ใช้ได้	0.83	ใช้ได้
15	0.73	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้

- ความยากง่ายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.30 - 0.77
- อำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.97
- ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81
- ข้อคำถามที่ใช้คือข้อ 1 - 10
- ข้อคำถามที่ตัดทิ้งคือข้อ 11 - 15 เนื่องจากมีจุดประสงค์ในการวัดซ้ำกัน

ภาคผนวก ช

ตารางแสดงคะแนนของนักเรียน

ตารางแสดงคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (45 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (45 คะแนน)	ผลต่าง	การเปลี่ยนแปลง
1	17	34	17	เพิ่มขึ้น
2	24	40	16	เพิ่มขึ้น
3	13	31	18	เพิ่มขึ้น
4	11	29	18	เพิ่มขึ้น
5	15	33	18	เพิ่มขึ้น
6	9	28	19	เพิ่มขึ้น
7	14	32	18	เพิ่มขึ้น
8	28	42	14	เพิ่มขึ้น
9	23	39	16	เพิ่มขึ้น
10	21	36	15	เพิ่มขึ้น
11	19	35	16	เพิ่มขึ้น
12	17	32	15	เพิ่มขึ้น
13	13	32	19	เพิ่มขึ้น
14	16	34	18	เพิ่มขึ้น
15	11	27	16	เพิ่มขึ้น
16	25	41	16	เพิ่มขึ้น
17	16	30	14	เพิ่มขึ้น
18	21	39	18	เพิ่มขึ้น
19	27	43	16	เพิ่มขึ้น
20	16	32	16	เพิ่มขึ้น
21	20	35	15	เพิ่มขึ้น
22	13	30	17	เพิ่มขึ้น
23	22	37	15	เพิ่มขึ้น
24	19	34	15	เพิ่มขึ้น
25	17	31	14	เพิ่มขึ้น
26	21	37	16	เพิ่มขึ้น
27	16	36	20	เพิ่มขึ้น

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (45 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (45 คะแนน)	ผลต่าง	การเปลี่ยนแปลง
28	15	37	22	เพิ่มขึ้น
29	13	31	18	เพิ่มขึ้น
30	19	39	20	เพิ่มขึ้น
31	21	41	20	เพิ่มขึ้น
32	18	34	16	เพิ่มขึ้น
33	19	36	17	เพิ่มขึ้น
34	13	31	18	เพิ่มขึ้น
35	26	42	16	เพิ่มขึ้น
36	15	33	18	เพิ่มขึ้น
37	24	39	15	เพิ่มขึ้น
38	13	31	18	เพิ่มขึ้น
39	16	36	20	เพิ่มขึ้น
40	15	33	18	เพิ่มขึ้น
41	17	38	21	เพิ่มขึ้น
42	21	39	18	เพิ่มขึ้น
43	16	32	16	เพิ่มขึ้น
44	23	41	18	เพิ่มขึ้น
45	19	36	17	เพิ่มขึ้น
คะแนนเฉลี่ย	17.93	35.07		
S.D.	4.51	4.10		

ตารางแสดงคะแนนโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง	การเปลี่ยนแปลง
1	12	23	11	เพิ่มขึ้น
2	15	25	10	เพิ่มขึ้น
3	11	22	11	เพิ่มขึ้น
4	9	18	9	เพิ่มขึ้น
5	13	25	12	เพิ่มขึ้น
6	8	19	11	เพิ่มขึ้น
7	10	21	11	เพิ่มขึ้น
8	17	26	9	เพิ่มขึ้น
9	13	25	12	เพิ่มขึ้น
10	18	27	9	เพิ่มขึ้น
11	17	27	10	เพิ่มขึ้น
12	14	26	12	เพิ่มขึ้น
13	10	21	11	เพิ่มขึ้น
14	12	21	9	เพิ่มขึ้น
15	9	19	10	เพิ่มขึ้น
16	14	25	11	เพิ่มขึ้น
17	13	24	11	เพิ่มขึ้น
18	18	26	8	เพิ่มขึ้น
19	20	27	7	เพิ่มขึ้น
20	15	24	9	เพิ่มขึ้น
21	18	26	8	เพิ่มขึ้น
22	12	21	9	เพิ่มขึ้น
23	11	24	13	เพิ่มขึ้น
24	14	25	11	เพิ่มขึ้น
25	12	23	11	เพิ่มขึ้น
26	15	27	12	เพิ่มขึ้น
27	14	25	11	เพิ่มขึ้น

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง	การเปลี่ยนแปลง
28	12	24	12	เพิ่มขึ้น
29	11	21	10	เพิ่มขึ้น
30	13	22	9	เพิ่มขึ้น
31	17	27	10	เพิ่มขึ้น
32	14	25	11	เพิ่มขึ้น
33	18	27	9	เพิ่มขึ้น
34	11	20	9	เพิ่มขึ้น
35	19	27	8	เพิ่มขึ้น
36	13	23	10	เพิ่มขึ้น
37	12	26	14	เพิ่มขึ้น
38	11	24	13	เพิ่มขึ้น
39	15	26	11	เพิ่มขึ้น
40	13	25	12	เพิ่มขึ้น
41	13	24	11	เพิ่มขึ้น
42	15	26	11	เพิ่มขึ้น
43	12	23	11	เพิ่มขึ้น
44	17	27	10	เพิ่มขึ้น
45	11	24	13	เพิ่มขึ้น
คะแนนเฉลี่ย	13.58	24.07		
S.D.	2.88	2.46		

ภาคผนวก ซ
ภาพบรรยากาศชั้นเรียน

ภาพบรรยากาศชั้นเรียน











ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล จิตาพร คำฝักฝน

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2562 - ปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2564 - นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

พ.ศ. 2565 - ครูพิเศษ
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี