

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ



ปริญญานิพนธ์
ของ
มัทนี เสียงเสนาะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

สิงหาคม 2559

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

สิงหาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ



บทคัดย่อ
ของ
มัทนี เสียงเสนาะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

สิงหาคม 2559

มัทนี เสียงเสนาะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความ

คงทนทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: อาจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข, อาจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุธันทนพรกุล.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ เมื่อวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 3) เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 5) เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ โรงเรียนบางหลวงวิทยาเป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 34 คน และโรงเรียนบัวปากท่าวิทยาเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบปกติมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 แบบทดสอบวัดความรู้เดิมมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.294 – 0.794 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.257 – 0.667 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.815 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.233 – 0.833 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.261 – 0.667 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.889 และ แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.467 – 0.490 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.922 – 0.980 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.814 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการตรวจสอบอิทธิพลหลักของตัวแปรเวลาและตัวแปรวิธีสอน พบว่า ทั้งสองตัวแปรมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เวลาและวิธีสอน พบว่า เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.191, $F = 3.361$, $df = 4$, $p = 0.015$)

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 5.232$, $p = 0.026$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเท่ากับ 18.800 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีคะแนนเท่ากับ 16.999 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

3. คะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.588$, $p = 0.063$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเท่ากับ 24.133 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีคะแนนเท่ากับ 22.167 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

4. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยก่อนเรียน หลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเท่ากับ 12.317, 16.999 และ 17.645 ตามลำดับ ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$) แสดงว่านักเรียนมีความคงทนทางการเรียนรู้

5. คะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยก่อนเรียน หลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเท่ากับ 17.489, 22.167 และ 22.821 ตามลำดับ ส่วนคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$) แสดงว่านักเรียนมีความคงทนทางการเรียนรู้

THE STUDY OF ACADEMIC ACHIEVEMENT, PROBLEM SOLVING THINKING AND
RETENTION IN LEARNING BIOLOGY AMONG GRADE TEN STUDENTS
RECEIVING THE 7E LEARNING CYCLE AND CONVENTIONAL METHOD
USING MULTIVARIATE REPEATED MEASURES OF COVARIANCE



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potentials
at Srinakharinwirot University
August 2016

Mattanee siengsanoh.(2016). *The Study of Academic Achievement, Problem Solving Thinking and Retention in Learning Biology among Grade Ten Students Receiving the 7E Learning Cycle and Conventional Method Using Multivariate Repeated Measures of Covariance*. Master's Thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potentials:Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Orn-uma Charoensuk, Dr. Ittipaat Suwathanponkul.

This study aims to 1) compare the academic achievement levels and problem-solving thinking of students who were taught using 7E learning cycle and conventional teaching methods when being assessed in a different period of time and had background knowledge as a covariate, 2) to compare the academic achievement levels of students who were taught using 7E learning cycle and conventional teaching methods immediately after class and had background knowledge as a covariate, 3) to compare the problem-solving thinking of students who were taught using 7E learning cycle and conventional teaching method immediately after class and background knowledge as a covariate, 4) to compare the academic achievement levels of students who were taught using 7E learning cycle before class, immediately after class, and after two weeks, by considering background knowledge as a covariate, and 5) to compare the problem-solving thinking of students who were taught using 7E learning cycle before class, immediately after class, and after two weeks, by considering background knowledge as a covariate. The samples were sixty four grade 10 students in the first semester of the 2015 academic year from two state schools, Bang Luang School (thirty students) and Bua Pak Tah Wittaya School (thirty four students). The students from Bang Luang School selected as the experimental group and were taught using 7E learning cycle teaching method while the students from Bua Pak Tah Wittaya School were put into the control group and were taught using conventional teaching methods. The control group time series design was employed in the experiment. The instrument used in this study were 1) 7E learning cycle and conventional teaching strategies which had the levels of item-objective congruency index around 1.00, 2) background knowledge test which had the levels of difficulty between 0.294-0.794, item discrimination power between 0.256 – 0.667 and reliability around 0.815, 3) academic achievement test which had the levels of difficulty between 0.233 – 0.833, item discrimination power between 0.216 – 0.667 and reliability around 0.889, and 4) problem-

solving thinking test which had levels of difficulty between 0.467 – 0.490, item discrimination power between 0.922 – 0.980 and reliability around 0.814. The statistics used to analyze the data included an average, standard deviation, and multivariate repeated measures of covariance.

The results of the study showed that; 1. The results of investigating the influence of time and teaching methods showed that both variables had an influence on the academic achievement and problem-solving thinking with no statistical significance while the interaction effect between time and teaching methods were likely to affect the academic achievement and problem-solving thinking with statistical significant at .05 (Pillai's Trace Test Statistic = 0.191, $F = 3.361$, $df = 4$, $p = 0.015$). 2. The academic achievement scores of students who were taught using 7E learning cycle method and conventional methods were statistically different at .05 ($F = 5.2332$, $p = 0.026$). Students who were taught using 7E learning cycle method had an average scores at 16.999 while those who were taught using conventional methods had an average scores at 18.800.3. The problem solving thinking scores of students who were taught using 7E learning cycle method and conventional methods differed with no statistical significance ($F = 3.588$, $p = 0.063$). Students who were taught using 7E learning cycle method had an average scores at 22.167 while those who were taught using conventional methods had an average scores at 24.133. 4. The academic achievement scores of students who were taught using 7E learning cycle method being assessing immediately after class and then two weeks were higher than before class with statistical significance at .05 ($p = 0.000$). The scores of the before-class test, after-class test, and after-two-weeks test were 12.317, 16.999, and 17.645 respectively. The academic achievement scores after class and after two weeks differed with no statistical significance ($p = 0.643$). This reflected that students had retention in learning. 5. The problem solving thinking scores of students who were taught using 7E learning cycle immediately after class and then after two weeks were higher than the before-class test scores with statistical significance at .05 ($p = 0.000$). The scores of the before-class test, after-class test, and after-two-weeks test were 17.489, 22.167 and 22.821 respectively. The problem solving scores immediately after class and then after two weeks differs with no statistical significant ($p = 0.643$). This means that students had retention in learning

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ

ของ

นางมัทนี เสียงเสนาะ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

.....ประธาน

(อ.ดร.อรอุมา เจริญสุข)

(อ.ดร.สุวพร เข้มแข็ง)

.....ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการ

(อ.ดร.อิทธิพัทธ์ สวทันพรกุล)

(อ.ดร.อรอุมา เจริญสุข)

.....กรรมการ

(อ.ดร.อิทธิพัทธ์ สวทันพรกุล)

.....กรรมการ

(อ.ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อ.ดร.อรอุมา เจริญสุข และ อ.ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล ที่ปรึกษาหลักและที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มแรก จนไปถึงการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลข้อมูล ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ กระตุ้นเตือนผู้วิจัยเป็นระยะและติดตามความก้าวหน้าอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.สุพร เข้มเฮง ที่เสียสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่า ให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ตรวจสอบแก้ไขเล่มปริญญานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ อ.ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา อาจารย์ที่ปรึกษาสาขาการวิจัยการสถิติทาง การศึกษาที่คอยติดตาม สอบถามทุกข์ ความก้าวหน้าในการวิจัย ให้กำลังใจและเตือนสติในระหว่าง ทำการวิจัยเรื่อยมาผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาการ วัตผลและวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เสียสละเวลาในการตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งมีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ คุณครูโรงเรียนบางเลนวิทยา โรงเรียนบัวปากท่าวิทยาและโรงเรียนบางหลวงวิทยาที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลการวิจัยและขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา ปีการศึกษา 2558 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่อบรมสั่งสอนผู้วิจัยมาจนเติบโตเป็นผู้ชื่น ชมความสำเร็จของผู้วิจัยในทุกเรื่องที่ผ่านมาในชีวิต ขอขอบคุณ นายกิตติพงษ์ เสียงเสนาะ สามีของ ผู้วิจัยผู้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าเรียน เป็นผู้มอบกำลังใจ กำลังทรัพย์ กำลังใจ ให้ข้าพเจ้าและรอคอย ความสำเร็จโดยมิเคยย่อท้อตลอดมา

มัทนี เสียงเสนาะ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
ประชากรในการวิจัย	5
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ศึกษา	5
ขอบเขตของเนื้อหา	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานในการวิจัย	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา	20
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนของการเรียนรู้	30
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	62
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
วิธีการดำเนินการทดลอง	82
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	103
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
อภิปรายผล.....	107
ข้อเสนอแนะ.....	110
 บรรณานุกรม.....	111
 ภาคผนวก.....	118
ภาคผนวก ก.....	119
ภาคผนวก ข.....	123
ภาคผนวก ค.....	135
 ประวัติย่อผู้วิจัย.....	168

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงพัฒนาการของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ได้จากการศึกษา ของผู้วิจัย	51
2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	72
3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	73
4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา.....	81
5 แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ (Control Group Time Series Design)	82
6 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง	83
7 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้ และค่าความโด่งของคะแนนความรู้เดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ การแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (n = 34 คน).....	89
8 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้ และค่าความโด่งของคะแนนความรู้เดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ การแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอน แบบปกติ (n = 30 คน).....	90
9 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่ม ที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ก่อนควบคุมปฏิบัติพลของตัวแปรความรู้เดิม.....	92
10 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของ กลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอน แบบปกติหลังจากที่ได้รับการควบคุมปฏิบัติพลของตัวแปรความรู้เดิม.....	93
11 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดซ้ำด้วย Mauchy's Test และ Levene's Test	94
12 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแปรร่วม (ความรู้เดิม) ที่นำมาใช้ การวิจัย.....	95
13 การวิเคราะห์อิทธิพลของ วิธีสอนและเวลา ที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาในภาพรวม โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	96

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 การวิเคราะห์อิทธิพลเวลาและวิธีสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหา โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	97
15 ผลของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนหลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	98
16 ผลของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติที่มีต่อการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	99
17 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมต่อที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ.....	100
18 การเปรียบเทียบรายคู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและ หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	101
19 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมที่มีต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาของ นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ.....	101
20 การเปรียบเทียบรายคู่การคิดแก้ปัญหาก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียน ผ่านไป 2 สัปดาห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม.....	102
21 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต.....	124
22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต.....	124
23 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับ พฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียนวิชาชีววิทยา....	125
24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความ ชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรม ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวิชา ชีววิทยา.....	127
25 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจน ของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนวิชาชีววิทยา.....	129

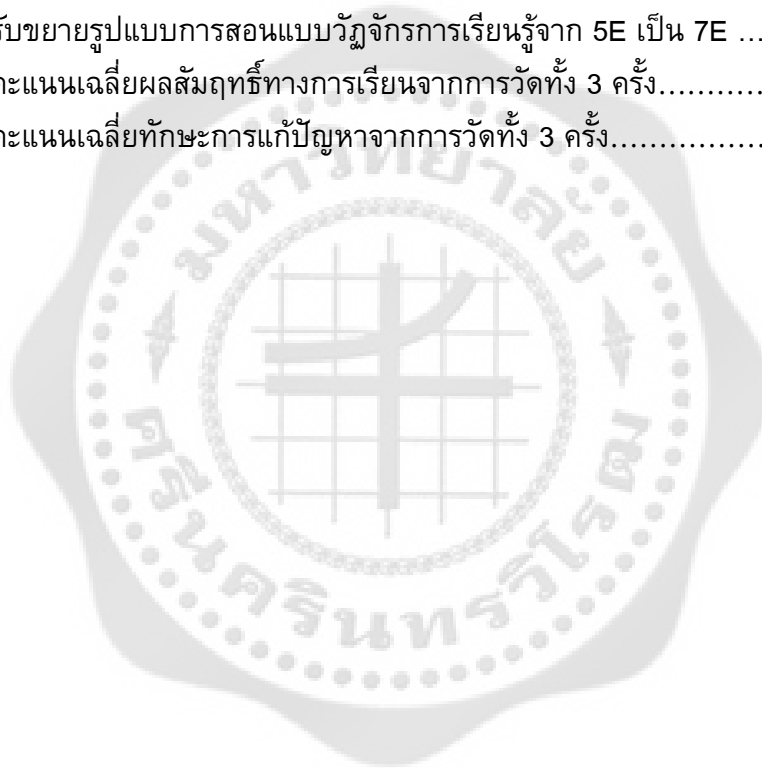
บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความรู้เดิม.....	130
27 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	132
28 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดการคิดแก้ปัญหา.....	134



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่	14
3 การเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	44
4 การเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ตามแนวคิดการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล.....	45
5 วัฏจักรการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้.....	48
6 การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E	49
7 แสดงคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง.....	97
8 แสดงคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง.....	97



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งรอบตัวที่เราสามารถมองเห็น สัมผัสได้ ทุก ๆ วินาทีที่เราใช้ชีวิตอยู่กับวิทยาศาสตร์ เป็นแหล่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติทั้งหมดนอกจากบอกว่าธรรมชาติเป็นอย่างไรก็ยังสามารถหาคำอธิบายได้ด้วย วิทยาศาสตร์ให้ทั้งความรู้และปัญญา อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของธรรมชาติทั้งหมดตั้งแต่เริ่มกำเนิดพิภพและกาลเวลาจนถึงจุดสิ้นสุด วิทยาศาสตร์ก็คือประวัติศาสตร์ของเกือบทุกสิ่งทุกอย่าง (ยงยุทธ ยุทธวงศ์. 2554: 14) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีมาอย่างยาวนานหลากหลาย พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ช่วยให้โลกพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนแปลงใหม่มีเทคโนโลยีนวัตกรรมใหม่เกิดขึ้นมากมายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีกระบวนการคิด ประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทยจึงได้มีการจัดการศึกษาที่ให้ความสำคัญของวิทยาศาสตร์เรื่อยมา เน้นในเรื่องให้ผู้เรียนได้เติบโตขึ้นอย่างมีคุณภาพในทุกด้าน การศึกษาวิทยาศาสตร์ในไทยมีแนวคิดที่จะสอนให้ผู้เรียนได้คิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. 2555: 9) วิทยาศาสตร์ยังเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ว่าเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ข้อหนึ่ง คือ พัฒนาระบวนการคิดความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการ การสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2558: 22) นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 75) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์อื่น ๆ จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะนำความรู้ ความเข้าใจด้านธรรมชาติและเทคโนโลยีที่สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่ออย่างสร้างสรรค์ มีคุณธรรม โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ 9 สาระสำคัญได้แก่ 1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต 2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 3) สารและสมบัติของสาร 4) แรงและการเคลื่อนที่ 5) พลังงาน 6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก 7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ 8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยาเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตเรียนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีความหลากหลาย ชีววิทยาจึงพยายามที่จะศึกษาทุก ๆ แง่มุมจึงมีแขนงต่าง ๆ มากมาย (ธนา ทองศรีคำ. 2558: 14 และ สิริแซ พงษ์สวัสดิ์. 2557: 1) จากการศึกษาความสำคัญของการเรียนชีววิทยาสามารถสรุปได้ว่าช่วยให้เข้าใจถิ่นที่อยู่ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตบนโลก เข้าใจกลไกพื้นฐานความจำเป็นในการดำรงชีวิต เข้าใจปรากฏการณ์ในโลกที่กำลังเกิดขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เลือกสรรสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิต เข้าใจความผิดปกติของร่างกายเป็นประโยชน์ทางด้านการแพทย์ (ชนวรรณ พาณิชพัฒน์. 2554: 5 และ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์(สอวน.). 2556: 2-4) แม้ว่าการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ หน่วยงานพยายามเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยมีการจัดกิจกรรมที่เป็นความสำเร็จของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กและเยาวชนได้เห็นถึงความสำคัญและสนใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น แต่ในรายงานผลการทดสอบจากภายนอกสถานศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น กลับพบว่าไม่เป็นไปตามที่หน่วยงานต่าง ๆ ต้องการ ตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นได้ชัดเจนก็คือ ผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2557 วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ เท่ากับ 33.10 ระดับจังหวัดนครปฐม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.12 หากพิจารณาเฉพาะโรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 10 โรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 และตั้งอยู่ในจังหวัดนครปฐมพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.28 ส่วนโรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยาซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยสนใจจะศึกษา พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 31.32 และ 29.79 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 โรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ก็ยังต่ำกว่าคะแนนระดับประเทศและระดับจังหวัดและยังได้ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน และในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นรวมเนื้อหาของวิชาชีววิทยายู่ด้วย

จากผลการทดสอบเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทยนั้นยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งการที่นักเรียนมีผลการทดสอบระดับชาติต่ำนั้นอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ อาจมาจากตัวนักเรียนเองหรือจากวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ผู้สอนควรออกแบบการสอนให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างคงทนหรือมีความจำระยะยาวผู้เรียนจะเข้าใจอย่างชัดเจนนั้นต้องใช้กระบวนการสร้างความหมาย สร้างคำอธิบาย หรือสร้างความรู้เอง จะทำให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ความเข้าใจอย่างลุ่มลึก และได้ทักษะการคิด นักเรียนที่มีความเข้าใจจริงจะสามารถถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) หรือประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อสร้างงาน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข.2552: คำนำ) สิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีและจะมองข้ามเสียไม่ได้ก็คือ ความรู้เดิม ครูต้องคิดใหม่โดยการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีสักเท่าใดแล้วเริ่มสอนจากความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนก็จะเข้าใจและจดจำเนื้อหาใหม่ได้ดีก็ต่อเมื่อเขาสามารถเชื่อมโยงใหม่เข้ากับความรู้เดิมของเขาได้ ถ้าครูใช้ความรู้เดิมช่วยขยายความรู้ใหม่ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางบวกและเกิดความจำระยะยาวหรือ ความคงทนได้ดี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.2557: 25)

การเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นมีแนวคิดมาจากปรัชญา Constructivism ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยปรัชญา Constructivism นี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งได้อธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม

(Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไป สัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ภาวะสมดุลก็จะไม่เกิดขึ้น (ทิตนา แวมมณี. 2553: 91)

นอกจากความรู้เดิมจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจนเกิดความคงทนของความรู้แล้วนั้น ความรู้เดิมยังส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหา ถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดทั้งมวล การคิดแก้ปัญหาสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ ซึ่งต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ผู้ที่มีการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับสภาวะสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง การคิดแก้ปัญหาจึงไม่ใช่เป็นเพียงแค่การรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือเป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีอีกด้วย (สุวิทย์ มูลคำ. 2551: 16) การคิดแก้ปัญหาหนึ่งต้องใช้ความสามารถของสมองและประสบการณ์เดิมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556: 169-170)

วิธีสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สร้างความเข้าใจที่คงทน มีวิธีการสอนหลายรูปแบบ เช่น วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) วิธีการออกแบบย้อนกลับ (Backward Design) วิธีสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) วิธีสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Method) วิธีสอนทำโครงการ (Project Method) วิธีสอนที่เน้นวิจัย (Research-Based Learning) เป็นต้น โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เพราะเป็นวิธีสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมถ่ายโอนการเรียนรู้ สร้างความหมายเอง สร้างความรู้ใหม่เอง ได้ความรู้และเกิดทักษะ เป็นการสร้างความเข้าใจอย่างลุ่มลึก และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (ประสาธน์ เถื่อนเฉลิม. 2558: 148-150) มีขั้นตอน คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) 3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

จากการศึกษางานวิจัยที่ใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7 E) ที่ผ่านมานในอดีต เช่นงานวิจัยของสุนิรัตน์ สอนบาล (2555: 185-194) พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 สอดคล้องกับขุนทอง คล้ายแก้ว (2554: 100-104); และจงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 นอกจากนี้ ผลการวิจัยของ ขวัญตา แสงผล (2557: 10-24) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ มีข้อสังเกต คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นั้นได้ให้ความสำคัญกับความรู้เดิม แต่จากการที่ผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่มีผู้ใดได้ทำการศึกษาว่าความรู้เดิมจะส่งอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและก่อให้เกิดความคงทนทางการเรียนหรือไม่

จากมูลเหตุที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมี ตัวแปรความรู้เดิมเป็นเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้คิดปัญหาและความคงทนของการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการในรูปแบบของการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ (Control Group Time Series Design) โดยวัดเป็นระยะ คือ วัดความรู้เดิม วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทันที และวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ ตามลำดับเพื่อศึกษาความคงทนของการเรียนรู้และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมว่า วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นั้นจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและความคงทนทางการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมหรือไม่ โดยดำเนินการในวิชาชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์เนื่องจากเป็นเนื้อหาพื้นฐานในการเรียนชีววิทยา ถูกจัดไว้ใน หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนวิชาชีววิทยาให้เกิดความคงทนทางการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับโรงเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ เมื่อวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม
5. เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 10 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 314 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) และมีความสมัครใจเข้าร่วมในกระบวนการทดลอง เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาศึกษาและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องจึงต้องได้รับความยินยอมสมัครใจจากฝ่ายบริหารของสถานศึกษา ครูผู้สอนประจำวิชาและนักเรียนทำให้ได้โรงเรียนทั้ง 2 แห่ง คือ โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา โดยมีนักเรียนทั้งสิ้น 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 34 คน และกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

1. วิธีสอน

1.1 แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E Learning Cycle)

1.2 แบบปกติ (Conventional Method)

2. เวลา (Time)

2.1 ก่อนเรียน

2.2 หลังเรียนทันที

2.3 หลังเรียน 2 สัปดาห์

ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement)

2. การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking)

3. ความคงทนทางการเรียนรู้ (Retention)

ตัวแปรร่วม (Covariate)

1. ความรู้เดิม (background knowledge)

ขอบเขตของเนื้อหา

ขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วย 6 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 น้ำและแร่ธาตุ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โปรตีน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ลิพิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กรดนิวคลีอิก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 วิตามิน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ทดสอบความรู้เดิม 1 คาบ เรียน ทดสอบผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียน 2 คาบเรียน ทดสอบผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนทันที 2 คาบเรียน ทดสอบผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ 2 คาบเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 คาบเรียนรายละเอียดดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 น้ำและแร่ธาตุ 1 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คาร์โบไฮเดรต 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โปรตีน 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ลิพิด 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กรดนิวคลีอิก 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 วิตามิน 1 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนวิชาชีววิทยา 1 (ว30241) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัดก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักของ คอลฟเฟอร์ (Kolper.1971: 574-580) อ้างถึงใน พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์ (2545:110-113) วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

การคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด วิชาชีววิทยา 1 (ว30241) เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัดก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยการเรียนรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาที่ วัดได้จากแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ สร้างตามแนวคิดของบรูเนอร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นรู้จักปัญหา 2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน 3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง และ 4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ซึ่งเป็นการตัดสินใจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหานั้นๆ

ความคงทนของการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำความรู้ระลึกถึง และเรียกคืนความรู้ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้เรียนไปแล้ววัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดำเนินการวัดเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์

ความรู้เดิม หมายถึง สิ่งที่นักเรียนได้เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา ได้แก่ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมระบบต่าง ๆ ของร่างกาย สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความรู้เดิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดำเนินการวัดก่อนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง การเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ตามแนวคิดของ Eisenkraft (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. 2558: 148-150) ดำเนินการกับกลุ่มทดลอง วิชา ชีววิทยา 1 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวนทั้งสิ้น 6 แผนการจัดการเรียนรู้

วิธีสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามอ้างอิงตามคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่มที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ดำเนินการกับกลุ่มควบคุม จำนวนทั้งสิ้น 6 แผนการจัดการเรียนรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นไปที่การถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับความรู้เดิมและมีรากฐานมาจากปรัชญา Constructivism ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความเข้าใจที่มีอยู่เดิมสามารถเชื่อมโยงใหม่เข้ากับความรู้เดิมของเขาได้ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางบวกและเกิดความจำระยะยาวหรือ ความคงทนได้ดี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 25) ความรู้หรือประสบการณ์เดิมนั้นยังส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหา ดังที่ ประพนธ์ศิริ สุเสาร์จ (2556: 169-170) สรุปว่า การคิดแก้ปัญหาจำเป็นต้องนำความสามารถของสมองและประสบการณ์เดิมมาใช้ จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและความคงทนทางการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมีตัวแปร “ความรู้เดิม” เป็นตัวแปรร่วม ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบปกติ เมื่อได้รับการวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีที่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

3. การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีที่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน และมีความคงทนทางการเรียนรู้ เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

5. การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน และมีความคงทนทางการเรียนรู้ เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้เสนอตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา
 - 2.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา
 - 2.2 ประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา
 - 2.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4 แนวทางการส่งเสริมให้เด็กคิดแก้ปัญหา
 - 2.5 วิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนของการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของความคงทนของการเรียนรู้
 - 3.2 ความหมายของการจำ ประเภทของการจำ การฝึกความจำ
 - 3.3 ความหมายของการลืม เหตุแห่งการลืม
 - 3.4 การวัดความคงทนของการเรียนรู้
 - 3.5 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคงทน
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 4.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้
 - 4.2 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)
 - 4.3 ความเป็นมาของวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 - 4.4 รูปแบบของวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากการสอนในรูปของความรู้หรือประสบการณ์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 109) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ เพ็ญศรี ทิพย์สุวรรณกุล (2549: 141) และ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 295) ซึ่งได้กล่าวไว้โดยสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสำเร็จทางการเรียน ประสบการณ์ทางการเรียนที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนในโรงเรียนพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยทำได้ หรือเคยกระทำมาได้น้อยก่อนที่มีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ นอกจากนี้ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 19) ยังได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังจากเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมามากน้อยเพียงใด

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็คือ ขนาดของความสำเร็จในการเรียนรู้ ความรู้ ประสบการณ์ที่ได้ หลังจากได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยผู้สอน แสดงออกโดยการกระทำในสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน หรือ อาจเป็นการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ดีขึ้นจากเดิมที่มีประสบการณ์อยู่ก่อนแล้ว

1.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัด ความสำเร็จทางการเรียน โดยการวัด ประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of Educational Objectives ของ บลูม (Bloom: 1956) อ้างอิงจาก สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545: 46) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลครอบคลุมใน 3 องค์ประกอบหลัก คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และ ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวัดด้านพุทธิพิสัย โดยมีนักการศึกษาของได้ให้รายละเอียด ไว้ดังนี้

ชวาล แพรัตกุล (2552: 131-187) ได้เสนอแผนผังของการวัดสมรรถภาพด้านสมอง ดังนี้

1) การวัดด้านความรู้-ความจำ (Knowledge) คือวัดการระลึกได้ของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว จะเป็นเรื่องราวที่ได้รับจากทางโรงเรียน จากทางบ้าน จากสังคม สิ่งแวดล้อม หรือจากตัวนักเรียนเอง ในแง่ของการวัด ผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมทางจิตวิทยา 2 ประการ คือ การจำเรื่องราวนั้นได้ กับการระลึก เรื่องราวนั้นออก ความจำ (Memory) ได้แก่ ความรู้ในเนื้อเรื่อง ความรู้ในวิธีการดำเนินการ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง

2) การวัดด้านความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนสามารถจับใจความสำคัญ กระบวนการสร้างความเข้าใจนั้นผู้เรียนจะต้องดัดแปลงของใหม่ให้กลายเป็นรูปแบบที่คล้าย ๆ ของของเดิมที่ตนรู้ และให้ความหมายมากขึ้นกว่าเดิม นั่นคือ เขาพยายามแปลงรูปร่างของสิ่งที่แปลงและใหม่ต่อเขาให้กลายเป็นสิ่งใหม่ที่มีโครงสร้างขนานกับของเดิมคือพยายามแปลงของยากให้คล้ายกับของเดิม จัดเป็นความพยายามของสมองที่จะผสมผสานสิ่งใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิม ฉะนั้น ความเข้าใจ ก็คือ ความสามารถในการดัดแปลง แล้วแปลและย่อรวมกัน แบ่งเป็นการวัดความเข้าใจด้านการแปลความ การตีความและการขยายความ

3) การวัดด้านการนำไปใช้ (Application) มุ่งผลว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือสถานการณ์จำลองที่คล้ายคลึงกัน คือ เรียนรู้เรื่องใดแล้วจะสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องนั้นไปแก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้ ต้องอาศัยความสามารถด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจเป็นพื้นฐาน

4) การวัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถในการแยกเรื่องราวที่สมบูรณ์ใด ๆ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ คำถามด้านนี้จะเป็นคำถามที่มีความมุ่งหมายที่จะฝึกและวัดว่าผู้เรียนสามารถแยกเรื่องราว หรือแยกเหตุการณ์ ผลลัพธ์ ผลรวมของเหตุการณ์ใด ๆ มุ่งถามให้ผู้เรียนมองทะลุไปถึงธาตุแท้หรือต้นกำเนิดของเรื่อง แบ่งเป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5) การวัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) ตรงข้ามกับการวิเคราะห์ เป็นการถามเพื่อให้นักเรียนผสมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องเดียวกัน เป็นการวัดว่าผู้เรียนจะสามารถนำเอาหน่วยความรู้ต่าง ๆ มาจัดระเบียบใหม่เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ที่แปลกกว่าเดิม กล่าวคือ เป็นสมรรถภาพของการริเริ่มสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์ ดัดแปลง ปรับปรุงความจำเดิมให้มีคุณค่าและให้มีคุณภาพสูงกว่าเดิมเป็นสำคัญ แบ่งเป็นการสังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6) การวัดด้านการประเมินค่า (Evaluation) คือการวัดการวินิจฉัยราคาโดยสรุป อย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่เราจะตีค่าอาจเป็นวัสดุสิ่งของหรือผลงานต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมหรือเป็นความคิดเห็นหรือทัศนคติที่เป็นนามธรรมก็ได้ ในการประเมินค่าแบบวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องใช้ตัวเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดด้วยเสมอ ว่าเรื่องนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใดหรือมีคุณค่าสมประสงค์ปานใด แสดงว่าก่อนการประเมินค่าต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานสำหรับยึดถือเสียก่อนแบ่งเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

ราตรี นันทสุนทร (2553: 35-45) ได้กล่าวถึง การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ว่าหมายถึง การเรียนรู้ในวิชา ที่ต้องอาศัยความสามารถของสมองเป็นที่ตั้งของการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งจดจำ เช่น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่สามารถแยกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ

(Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการประเมินผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมนั้นแบ่งได้เป็น 6 ชั้น คือ 1) ความจำ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehension) 3) การนำไปใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 6) การประเมินค่า (Evaluation) ตามลำดับ แต่ปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมใหม่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ซวลิต ชูกำแพง (2550: 90) ได้กล่าวถึงการปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายด้านพุทธิพิสัยของบลูม ว่าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา จากการนำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมไปใช้พบว่ามีข้อจำกัด ดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานที่เข้มงวดของพฤติกรรมแต่ละชั้น ทำให้เกิดความเข้าใจว่าไม่สามารถหับข้อและเหลื่อมล้ำกันได้
2. พฤติกรรมในชั้นต่ำบางพฤติกรรมมีความซับซ้อนมากกว่าชั้นสูง
3. การให้คำจำกัดความในพฤติกรรมแต่ละชั้น
4. ไม่สะท้อนแนวคิดการประเมินตามแนวคิดใหม่

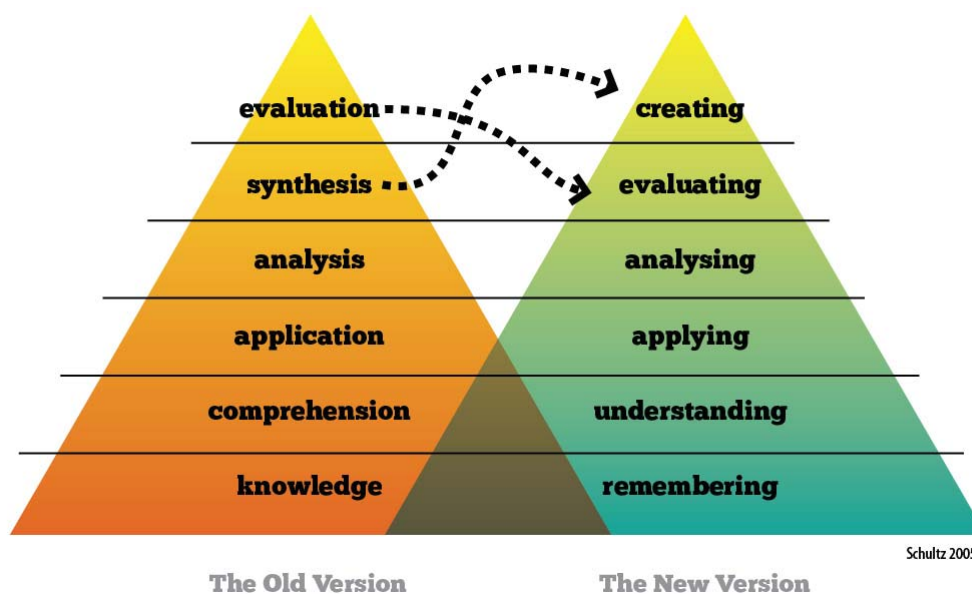
จากข้อจำกัดดังกล่าว เดวิด แครทวอลล์ (David krathwohl) และบรรดาผู้เชี่ยวชาญและลูกศิษย์ของบลูมได้ร่วมกันปรับปรุงจุดมุ่งหมายการศึกษาด้านพุทธิพิสัยในปี ค.ศ. 1990-1999 โดยสามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างคำศัพท์เดิมกับคำศัพท์ใหม่ ก็คือ ชื่อของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ชั้นนั้น เปลี่ยนจากการใช้คำนามเป็นคำกริยา เนื่องจากจุดมุ่งหมายทางการศึกษาปรับปรุงใหม่นี้ต้องการที่จะสะท้อนให้เห็นถึงการคิด และการคิดเป็นกระบวนการของการกระทำ ดังนั้นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ปรับปรุงใหม่นี้ จึงใช้คำกริยาเพื่ออธิบายกระบวนการทางปัญญาในลักษณะของการกระทำ

2. คำอธิบายหรือคำนิยามของกระบวนการทางปัญญาในแต่ละชั้นจะถูก แทนที่ด้วยคำกริยา และมีการปรับปรุงคำอธิบายหรือคำนิยามในบางลำดับชั้นด้วย

3. ในชั้นของความรู้ (Knowledge) ได้ถูกเปลี่ยนชื่อใหม่เนื่องจาก ความรู้คือผลลัพธ์หรือผลผลิตของการคิด ไม่ใช่รูปแบบของการคิด ดังนั้น คำว่าความรู้จึงแทนที่ด้วยคำว่า “จำ” (Remembering)

4. กระบวนการทางปัญญาในชั้นความเข้าใจ (Comprehension) และการสังเคราะห์ (Synthesis) ได้ถูกนำไปรวมไว้ในชั้น “เข้าใจ” (Understanding) และ “คิดสร้างสรรค์” (Creating) ตามลำดับ เพื่อให้สามารถสะท้อนธรรมชาติของการคิดที่นิยามไว้ในแต่ละชั้น



ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่

ที่มา: http://www.psia-nw.org/wp-content/uploads/Blooms_Old_New.jpg

ลำดับขั้นกระบวนการปัญญา ในจุดมุ่งหมายทางด้านการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม ที่ปรับปรุงใหม่ ยังคงมี 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่างสรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถบอกแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ แก้ปัญหา เช่น นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่าง ของ 2 ทฤษฎีได้
5. การประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน เช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างจากทฤษฎีเดิมได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นสาขาวิทยาศาสตร์จึงจะดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของคอลลอฟเฟอร์ (Kolpfer) มีรายละเอียด ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 110-113); อ้างอิงจาก คอลลอฟเฟอร์ (Kolpfer. 1971: 574-580) ได้เสนอแนวทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ไว้ว่าวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีรายละเอียด ดังนี้

1) พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือและการฟังบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 9 ประเภท

1.1) ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว (Fact)

ความจริงเดียวเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติสามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมีขา 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.2) ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์ (Concept)

มโนคติหรือมโนทัศน์ คือ การนำความจริงเดียวหลายที่มีความเกี่ยวข้องกัน มาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มโนคติเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต กลือ การแพร่ ธาตุ เป็นต้น

1.3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (Principle and Law)

หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนามโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปแบบใหม่ เรียกว่า กฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของเมนเดล กฎของโอม เป็นต้น

1.4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Assumption)

ข้อตกลงหมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อ เครื่องหมายต่างๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุโลหะเงิน เป็นต้น

1.5) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนได้ เช่น วัฏจักรของน้ำ วงจรชีวิตของผีเสื้อ เป็นต้น

1.6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนต้องรู้เกณฑ์ในการแบ่ง เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ หรือเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการ เป็นต้น

1.7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้จากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ เป็นต้น

1.8) ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์

ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของคำศัพท์และคำนิยามเหล่านี้ ได้แก่ ผึ้ง แบ่งเป็น ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง เป็นต้น

1.9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

ทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ เป็นต้น

2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1) ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยาย

2.2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ มีขั้นตอนคือ ระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน ทำการทดลอง สังเกตขณะทดลอง รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง ส่วนการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ซึ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ประการ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะในการใช้เลขจำนวน 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และ ทักษะการพยากรณ์

4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ 1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน 2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ และ 3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสำเร็จทางการเรียนตามลำดับขั้นกระบวนการปัญญา ในจุดมุ่งหมายทางด้านการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ บลูม (Bloom: 1956) โดยการวัดผลแบ่งออกเป็น 3 ด้านได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยโดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นสาขาวิทยาศาสตร์จึงจะดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของคอลลอฟเฟอร์ (Kolpfer) ซึ่งได้เสนอ แนวทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ไว้ว่าวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น สามารถวัดออกมาเป็นขนาดของความสำเร็จ หลังจากได้เรียนรู้ไปแล้ว โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ (2543: 20) และ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 166) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ใช้วัดความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มา หรือจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น มักใช้วัดหลังทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ววัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองและสติปัญญาของนักเรียนหลังจากเรียนแล้ว สอดคล้องกับ สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554: 104) และ ราตรี นันทสุคนธ์ (2553: 50) ที่กล่าวว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบที่ใช้วัดเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย คือ วัดความรู้ ความสามารถ และถ้าใช้วัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย คือ วัดทักษะการปฏิบัติ นอกจากนี้ ชวาล แพร่ตกุล (2552: 74) ยังได้กล่าวอีกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึงแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้าน

สมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคล สังคม อันได้แก่ อารมณ์ การปรับตัว เป็นต้น

จากที่กล่าวมาอาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ สมรรถภาพทางสมอง สถิติปัญญา มักกระทำมุ่งวัดเนื้อหาวิชาการ ที่ได้เรียนหรือได้รับประสบการณ์เสร็จสิ้นลงแล้ว ว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถเรื่องนั้นมากน้อยเพียงใด

1.3.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ซึ่งมีนักการศึกษาอย่างท่านได้แบ่งประเภทไว้ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 166) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์สำคัญ ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป มีการดำเนินการ ตรวจให้คะแนนแปลผลรายงานผลแบบทดสอบ

2) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made tests) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาหรือหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

1) แบบสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด ทักษะพื้นฐานที่จำเป็น สำหรับการเรียนรู้วิชา บทเรียน หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความพร้อมของผู้เรียน ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา

2) แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด จุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอบซ่อมเสริม

3) แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ว่าผู้สอบมีสมรรถนะ ถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือสิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ สอบวัดความสามารถทางภาษา

4) แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สัมพันธ์จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป

4. จำแนกตามการแปลผล

1) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ นิยมถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน

2) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

1) ประเภทเสนอคำตอบ (Essay type) ได้แก่ แบบทดสอบความเรียง แบบตอบสั้น แบบความเรียงจำกัดคำตอบ

2) ประเภทเลือกคำตอบ (Selection type) ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554: 105) ได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้ทักษะในเรื่องนั้น ๆ มักเป็นการสร้างในรูปของกรรมการประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญหลายคน สร้างเสร็จต้องนำไปทดลองใช้ (tryout) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่ายและอำนาจจำแนก มีการปรับปรุง และนำไปทดลองใหม่ มีการสร้างเกณฑ์ปกติ(Norm) สำหรับแปลความหมายของคะแนน ดังนั้นผู้ที่สร้างแบบทดสอบประเภทนี้มักจะเป็นหน่วยงานเช่น สำนักทดสอบ เป็นต้น

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher made test) เป็นแบบทดสอบที่ครูแต่ละคนสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถของผู้เรียนในวิชาที่ตนสอน ที่ใช้กันในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย ซึ่งส่วนใหญ่มักไม่มีการหาคุณภาพเครื่องมือ

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2554: 20-26) กล่าวไว้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้หลายมิติ ดังนี้

มิติที่หนึ่ง จำแนกตามขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่วัด เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาคณิตศาสตร์ การสะกดคำ หรือประวัติศาสตร์ ฯลฯ โดยขอบเขตของเนื้อหาอาจกำหนดให้กว้างหรือจำกัดให้แคบได้

มิติที่สอง จำแนกตามลักษณะหน้าที่ทั่วไปของแบบสอบ โดยแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ

(1) แบบทดสอบเพื่อสำรวจผลสัมฤทธิ์ (Survey tests) ทำหน้าที่ในการสำรวจความสามารถทั่ว ๆ ของนักเรียนเพื่อแสดงระดับความสามารถของนักเรียน (2) แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์

(Diagnostic Tests) ทำหน้าที่ในการวินิจฉัยเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยขององค์ประกอบสำคัญของทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน และ (3) แบบทดสอบเพื่อวัดความพร้อม (Readiness tests) ทำหน้าที่วัดทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนในชั้นที่สูงขึ้น เพื่อวัดความพร้อมใช้สำหรับทำนายนายการกระทำให้อเนกาคต

มิติที่สาม จำแนกตามคำตอบที่ใช้ มักเป็นแบบสอบประเภทข้อเขียน และใช้กันค่อนข้างมาก สามารถแยกได้อย่างกว้าง ๆ อีก 2 ระดับ คือ (1) ระดับของการเลือกคำตอบที่กำหนดไว้แล้ว (Recognition) ได้แก่ แบบสอบประเภทหลายตัวเลือก (Multiple choice) แบบสอบประเภทถูก-ผิด (True-false) และแบบสอบประเภทจับคู่ (Matching) และ (2) ระดับของการเขียนคำตอบ จากความรู้หรือความทรงจำที่มีอยู่เดิม (Recall) ลักษณะของคำตอบจะไม่ตายตัว ขึ้นอยู่กับเหตุผลและความถูกต้องทางวิชาการ ได้แก่ แบบสอบประเภทเติมคำหรือข้อความในช่องว่าง (Completion) แบบสอบประเภทตอบสั้น (Short answer) และแบบสอบประเภทความเรียง (Essay)

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์อาจแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน ซึ่งสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นแบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง เช่น แบบอิงเกณฑ์กับแบบอิงกลุ่ม แบบปรนัยกับแบบอัตนัย แต่ที่ใช้กันอยู่ในโดยทั่วไปมักเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเนื่องจาก ซึ่งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองนั้นเป็นลักษณะการวัดเนื้อหาที่แคบ ใช้วัดหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ ผู้สอนจะทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใดส่วนแบบทดสอบมาตรฐานนั้นนั้นเป็นการสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่านมีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ วัดเนื้อหากว้าง หน่วยงานที่สร้างข้อสอบ เช่น สำนักทดสอบทางการศึกษา ไม่เหมาะกับการวิจัยในครั้งนี้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา

2.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

สวิตช์ มูลคำ (2551: 15) และ อุษณีย์ อนุรุทวงศ์ (2555: 216) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่าคือกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ เป็นความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวังโดยมีขั้นตอนที่รับรู้ปัญหา เห็นปัญหา เข้าใจประเด็นของปัญหาว่าข้อมูลหรือความรู้อะไรที่เกี่ยวข้องกับการหาทางออกมีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สังเคราะห์ หรือใช้กลยุทธ์ทางความคิดอื่นที่สามารถนำไปสู่คำตอบที่เป็นทางออก ซึ่งอาจต้องผ่านกระบวนการทดลอง ทดสอบ ตรวจสอบก่อนที่จะได้คำตอบสุดท้ายซึ่งเป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายท่านยังได้ให้ความเห็นว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับความรู้

เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่เกิดทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคลมาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหา เป็นการแสดงความรู้ ความคิดในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้ ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับบุคลิกภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม (สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรณีสินธพานนท์. 2555: 138; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555: 68) จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของการคิดแก้ปัญหาได้ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้หรือประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาที่เป็นปัจจุบันโดยมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการโดยความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

2.2 ประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหาคือเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมด การคิดแก้ปัญหาเป็นที่สำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ ซึ่งต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการพัฒนา วิธีการคิดแก้ปัญหานั้นไม่มีวิธีการตายตัวเสมอไป วิธีการที่ใช้ในการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธีขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนและสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้ที่มีทักษะและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมซับซ้อนได้อย่างเข้มแข็ง มั่นคง ทักษะการแก้ปัญหานั้นจึงมิใช่เพียงการรู้คิดและรู้จักการใช้สมองหรือมุ่งพัฒนาสติปัญญาเพื่อแก้ปัญหาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้อีกด้วย (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556: 157) นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา ได้กล่าวเกี่ยวกับประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหาไว้เพิ่มเติม ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 139) กล่าวว่าประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา คือ

1. ทำให้เป็นผู้ที่ตื่นตัวในการเรียนรู้ปัญหา เพราะปัญหาจะเป็นสิ่งที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ รู้จักหาข้อมูลต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อการแก้ปัญหา
3. สามารถนำวิธีการคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่ผ่านมาในชีวิตได้อย่างถูกต้อง ส่งผลต่อการส่งเสริมสุขภาพจิต
4. ทำให้เป็นผู้ที่มีความหนักแน่นมั่นคง ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และมีการช่วยเหลือกัน

5. เป็นคนไม่เชื่อง่าย มีเหตุผลก่อนการตัดสินใจ
6. มีความรับผิดชอบต่อสังคม รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
7. สามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย
8. ทำให้เป็นผู้ที่มีความจำในข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ได้ดี เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องคิดหาเหตุผลข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์กัน
9. ทำให้เป็นผู้มีความรู้ ความคิด และทัศนะกว้าง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555: 66) ได้กล่าวถึงจุดดีของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า

1. การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดแก้ปัญหานั้นจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าจะมีความหมายต่อผู้เรียนการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนทำให้บทเรียนหรือการเรียนในช่วงนั้น ๆ มีความหมายและมีคุณค่าต่อผู้เรียน
2. การให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา การเสนอปัญหาให้ผู้เรียนได้ขบคิดแก้ปัญหาเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ฝึกความคิดอย่างมีเหตุผลและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม การคิดแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันในบรรยากาศแบบประชาธิปไตยมากขึ้น และกล้าเผชิญกับปัญหา
4. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจน การเรียนโดยมีวิธีการแก้ปัญหาจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาทำให้มีความเข้าใจสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง เกิดความจำระยะยาว (Long-Term Memory : LTM) ซึ่งจะสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหาได้ว่า เป็นทักษะที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเพราะการดำรงชีวิตย่อมจะมีปัญหาเข้ามาให้แต่ละบุคคลได้คิดแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการฝึกคิดแก้ปัญหานั้นจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ มีแรงจูงใจในการเรียน มีความกระตือรือร้น ฉลาดคิด มีเหตุผลผลในการคิดหรือตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหา กำลังเผชิญ มีความรู้ความจำที่ดี เพราะการคิดแก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้เดิมเข้ามาเกี่ยวข้อง มีความอดทน พยายามในการแก้ปัญหา รู้จักการทำงานเป็นทีม มีความสามัคคี การรู้จักการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวอีกด้วยเพราะการแก้ปัญหาทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ทำให้จดจำเรื่องราวในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ เป็นอย่างดี

2.3 ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอนที่รับรู้ปัญหา เห็นปัญหา เข้าใจประเด็นของปัญหาว่าข้อมูลหรือความรู้อะไรที่เกี่ยวข้องกับการหาทางออก มีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือใช้กลยุทธ์ทางความคิดอื่นที่จะสามารถนำไปสู่คำตอบ

ที่เป็นทาสออก ซึ่งอาจต้องผ่านกระบวนการทดลอง ทดสอบ ตรวจสอบก่อนที่จะได้คำตอบสุดท้ายที่เป็นที่ยอมรับ (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. 2555: 207) กระบวนการขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา นั้นมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้

สวาทย์ มูลคำ (2551: 27-28) ได้สรุปขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา ไว้ว่า

- ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาที่พบเพื่อทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของปัญหา
- ขั้นที่ 2 ตั้งสมมุติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหา เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเน รวมทั้งการพิจารณาสาเหตุของปัญหาว่ามาจากสาเหตุอะไร หรือจะมีการแก้ปัญหาได้โดยวิธีใดบ้าง ซึ่งควรจะต้องตั้งสมมุติฐานไว้หลายๆ อย่าง
- ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีการ เทคนิคเพื่อแก้ปัญหาและกำหนดขั้นตอนย่อยของการแก้ปัญหาไว้อย่างเหมาะสม
- ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้ซึ่งขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการทดลองและลงมือแก้ปัญหาด้วย
- ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมุติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ วินิจฉัยว่ามีความถูกต้อง เทียบตรงและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด และทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้
- ขั้นที่ 6 สรุปผล เป็นการประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด โดยอาจสรุปในรูปของหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบตลอดจนนำความรู้ไปใช้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 161-163) ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาต้องเป็นไปตามลำดับขั้น ไม่ควรข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่ละขั้นต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้มีความรู้ มีความรอบคอบและเตือนความจำที่จะช่วยนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (Problem definition) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญที่สุด ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมปัญหาและกำหนดว่า ปัญหาคืออะไร อะไรคือเป้าหมายของความสำเร็จในการแก้ปัญหา การกำหนดปัญหาจึงเป็นเครื่องมือในการควบคุม บังคับให้เราคิดถึงปัญหาที่เราต้องการแก้ไขหรือพัฒนาอย่างแท้จริง
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบและหาสาเหตุของปัญหาว่าสภาพการณ์ที่กำลังเป็นอยู่ในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร มีสิ่งใดที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการทบทวนตรวจสอบและเป็นการสร้างความมั่นใจว่าเป็นปัญหาที่เราต้องแก้ไขจริงๆ

3. ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generating problem solutions) ต้องหาทางเลือกวิธีการปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้อีกมาให้มากและพิจารณาแต่ละวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นอย่างรอบคอบ ลุ่มลึก ประเมินผลที่จะเกิดขึ้นอย่างรอบด้านเพื่อจะตัดสินใจเลือกสรรวิธีการที่เป็นไปได้

4. ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา (Analysis the solutions) วิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการวิเคราะห์อย่างดีมาแล้ว อาจมีอยู่หลายวิธี จำเป็นต้องนำวิธีเหล่านั้นมาวิเคราะห์โดยการบันทึก ข้อดี ข้อเสีย รายละเอียดต่าง ๆ เพื่อประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละวิธี ทำให้เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

5. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Selecting the best solutions (s)) ซึ่งจะเป็นการตัดสินใจว่าวิธีการที่เราจะนำมาใช้และวิธีการใดที่เราจะตัดทิ้งไป โดยพิจารณาจากทุก ๆ ทางเลือก เมื่อตัดสินใจเลือกแล้วอาจพบว่ามีทางเลือกที่ดีเพียง 1 แนวทางหรือหลายแนวทาง หรืออาจไม่มีเลยก็ได้ ในกรณีที่ไม่มีทางเลือกหรือวิธีการใด ๆ เลยก็ต้องกลับไปทบทวนขั้นตอนที่ 3 คือ หาแนวทางวิธีการที่เป็นไปได้ใหม่ หรือไม่ก็อาจต้องพัฒนาปัญหานั้นขึ้นมาใหม่

6. ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning the next course of action) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหานี้ทำได้โดยเขียนรายการที่จะต้องทำอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการยืนยันว่า แผนที่เราวางไว้สามารถนำไปปฏิบัติได้ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าปัญหาจะสามารถทำได้แก้ไขได้จริง

บรูเนอร์ (Bruner. 1966: 123-127) อ้างอิงจาก ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555: 71) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งที่เรากำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ซึ่งเป็นการตัดสินใจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหานั้นๆ

จากที่กล่าวมาพบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหานักการศึกษาที่ได้รับรวบรวมมานั้นมีหลายรูปแบบโดยสามารถสรุปได้ว่า

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นเรียนรู้ปัญหาหรือรู้จักกับปัญหา ควรมีความเข้าใจกับประเด็นปัญหาให้ถ่องแท้เสียก่อน

ขั้นที่ 2 ค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อให้หาหนทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม

ขั้นที่ 3 คิดหาหนทางในการแก้ปัญหา อาจเป็นการตั้งสมมติฐานขึ้นมาแล้วทดลองแก้ปัญหาตามสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางตามขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 เก็บรวบรวมผลของการแก้ปัญหา ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จอย่างไรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำดำเนินการต่อไปหาก พบสถานการณ์ปัญหาเช่นเดิม หรือ คล้ายเดิม

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของบรูเนอร์เนื่องจากการระลึกถึงความรู้เดิมมาเพื่อใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัจจุบันที่ได้รับ

2.4 แนวทางการส่งเสริมให้เด็กคิดแก้ปัญหา

การส่งเสริมการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยผู้สอนควรจัดประสบการณ์ หรือ กิจกรรมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางในการส่งเสริมให้เด็กคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

สวีย์ท มุลคา (2551: 52-53) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การฝึกคิดตั้งคำถามที่น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการคิดหาคำตอบอย่างจริงจัง ทำได้หลายรูปแบบ เช่น แลกเปลี่ยนคำถาม ผลัดเปลี่ยนกัน ถาม-ตอบ อ่านเรื่อง บทความข่าว และคิดตั้งคำถาม
2. ฝึกการตรวจสอบความคิดตนเอง หรือคู่ฝึกเพื่อการคิดอย่างรู้ตัวตลอดเวลาและสามารถควบคุมวิธีคิดของตนได้
3. ฝึกการพูดคุยปรึกษาหารือ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาการรวบรวมข้อมูล การค้นหาแนวทางแก้ปัญหา
4. ฝึกการอภิปราย โดยการใช้เหตุผล การฟังและการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
5. ส่งเสริมความมั่นใจของผู้รับการฝึก ด้วยการให้ความสำคัญกับคำถาม คำตอบการค้นคว้าข้อมูลของเขา
6. ฝึกการรวบรวมข้อมูล และค้นหาว่าอะไรคือปัญหาและอะไรคือสาเหตุของปัญหา
7. ฝึกการตรวจสอบข้อมูล และแหล่งข้อมูล หาความเป็นไปได้ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
8. ฝึกการคิดวิเคราะห์ปัญหา โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยทุกองค์ประกอบโดยใช้ทักษะการสังเกตหาข้อปลีกย่อยต่าง ๆ การคิดตั้งประเด็น การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปนำมาซึ่งการตัดสินใจเลือกวิธีการคิดแก้ปัญหา
9. ฝึกการคิดสังเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาโดยการผสมผสานองค์ประกอบย่อย เพื่อหาข้อสรุปนำมาซึ่งการตัดสินใจแก้ปัญหา
10. ฝึกหาวิธีแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 วิธี หรือให้ได้มากที่สุดโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมและคิดสังเคราะห์ได้

11. ฝึกการระดมความคิด เพื่อให้ได้ปัญหาที่แท้จริงโดยการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ การตรวจสอบข้อมูล การหาวิธีแก้ปัญหา การประเมินผลทางแก้ปัญหา และการตัดสินใจแก้ปัญหา

12. ฝึกการเขียนแผนงานการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ จากปัญหาจริงที่เล็ก ๆ ก่อน โดยฝึกการติดตามผลผู้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง

13. ฝึกการแก้สถานการณ์จำลอง การแก้โจทย์ปัญหาในเหตุการณ์ต่าง ๆ

14. จัดหาเกมการเล่นที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา เน้นการส่งเสริมและพัฒนาสมองด้านการคิด และการผ่อนคลายจากกิจกรรมอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

15. ฝึกการคิดแก้ปัญหาและปฏิบัติการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง เช่น ปัญหาของตนเอง ปัญหาของชั้นเรียน ปัญหาภายในโรงเรียน ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมากนัก อาจหาเหตุผลในรูปของรายงาน โครงการหรือโครงการก็ได้

16. ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาด้วยการให้ขวัญและกำลังใจแก่ผู้มุ่งมั่นที่จะคิดแก้ปัญหาอย่างตั้งใจ แม้ในขณะที่ยังไม่มีผลสำเร็จ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 169-170) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหานั้นต้องใช้ความสามารถของสมองและประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหามี ดังนี้

1. การให้ความรักความอบอุ่นแก่นักเรียน ทำให้รู้สึกปลอดภัย มีความสุขมีความเชื่อมั่นในตนเอง มองโลกในแง่ดี

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และตัดสินใจ เพื่อช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต โดยการจัดประสบการณ์ให้มีการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อการรับรู้ในทุกด้าน มีผู้ใหญ่คอยให้การสนับสนุนและคอยดูแลช่วยเหลือ

4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ช่วยเหลือตนเองให้เหมาะสมกับพัฒนาการ ซึ่งเป็นพื้นฐานด้านบุคลิกภาพ คือ ความเชื่อมั่นในตนเองอันจะส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหานักเรียน

5. แสดงความชื่นชมเมื่อนักเรียนทำในสิ่งที่ดีงามและทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ นักเรียนจะมีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง

6. จัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความคิดแก้ปัญหานักเรียนทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน และมีบรรยากาศที่รู้สึกสบายใจไม่เคร่งเครียด สภาพแวดล้อมดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความคิด

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์และ พรณี สินธพานนท์ (2555: 146) ได้ให้แนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ การทำงานหรือทำกิจกรรมจะช่วยสร้างประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะได้มีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เมื่อครูได้ให้ความรู้แก่นักเรียนแล้ว ควรได้ทดสอบปฏิบัติจริง หรือถ้าเรื่องนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้ก็อาจให้แก้ปัญหาโดยการทดสอบความรู้ นั้นด้วยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา

3. ฝึกให้นักเรียน เป็นผู้ที่มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น

4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณา กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์พิจารณา ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์พิจารณาออกเป็นขั้น ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวม ข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ประเมินผล

5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น การฝึก ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเองแต่ครู จะต้องช่วยเหลืออยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้

6. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดีจัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ ทำให้น่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนแก้ปัญหา และปัญหาที่ หยิบยกมาให้นักเรียนฝึกนั้น นักเรียนต้องไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน

7. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียน เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้ บ้าง มีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝน เรียนรู้วิธีการ แก้ปัญหาใหม่ ๆ และหลากหลาย

2. สถานการณ์ปัญหาที่นำมานั้นต้องเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ไกลเกินกว่า ความสามารถของนักเรียน ต้องให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

3. บรรยากาศของการเรียนการสอนซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้มีความไม่ ตายตัวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ผู้เรียนก็จะแสดงความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงมีความ กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออกมากขึ้น

4. ก่อนการแก้ปัญหาต้องให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อน

5. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ

6. ให้นักเรียนรู้จักพิจารณาการแก้ปัญหาให้รอบด้าน มองหลาย ๆ มิตินำไปสู่วิธีการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2.5 วิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา

การฝึกการคิดแก้ปัญหาให้แก่แก่นักเรียนนั้นทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งมีนักการศึกษา หลายท่านได้ให้แนวทางไว้ ดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556: 170) ได้กล่าวถึงวิธีการฝึกไว้ คือ

1. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากบทความ ครูจะต้องเลือกบทความจากหลาย ๆ ลักษณะมาให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา
2. ฝึกทักษะการแก้ปัญหาจากภาพ ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพต่าง ๆ ที่แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้อง
3. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เป็นสถานการณ์ซึ่งใกล้เคียงกับชีวิตจริง
4. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ โดยเฉพาะกิจกรรมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด
5. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
6. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น
7. ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ออกเป็นขั้น ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานการประเมินผล
8. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น
9. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา
10. การฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง
11. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหากรณีศึกษา ครูเลือกหรือเขียนกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
12. ฝึกการคิดแก้ปัญหาจากสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น วีดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่าง ๆ ฯลฯ แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์และ พรรณี สินธพานนท์ (2555: 147)

ได้ให้แนวทางการฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหา ว่าสามารถฝึกได้หลายรูปแบบ เช่น

1. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากบทความ ครูจะต้องเลือกบทความหลาย ๆ ลักษณะมาให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา
2. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา ครูเลือกหรือเขียนกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
3. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากภาพ ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพต่าง ๆ ที่แสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้อง

4. ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เป็นสถานการณ์ซึ่งใกล้เคียงกับชีวิตจริง เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะในการคิดแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังสามารถฝึกการคิดแก้ปัญหาจากสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น วิดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่าง ๆ ฯลฯ แล้วตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

สุวิทย์ มูลคำ (2551: 19) ได้ให้แนวทางของผู้สอนในการส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การคัดเลือกปัญหา ปัญหาที่จะนำมาให้ผู้เรียนศึกษานั้น ควรจะเป็นปัญหาใกล้ตัว น่าสนใจ ทำหาย เหมาะสมกับวัยและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน เช่น ปัญหาสุขภาพ ปัญหาการเรียน ปัญหาเกี่ยวกับอุบัติเหตุ ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. การสร้างความตระหนักและเห็นคุณค่าในปัญหา ผู้สอนจะต้องกระตุ้นหรือชี้แนะให้ผู้เรียนคิด ตระหนักในปัญหาและมองเห็นคุณค่าของสิ่งที่จะเรียนรู้ โดยอาจใช้เทคนิคการถามคำถาม การเล่าเรื่อง การยกตัวอย่าง เป็นต้น

3. การเตรียมเนื้อหาและแหล่งเรียนรู้ ผู้สอนควรเตรียมเนื้อหา แหล่งค้นคว้าหาความรู้หรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นและสิ่งอำนวยความสะดวกไว้ให้พร้อม รวมทั้งการกำหนดสถานการณ์อย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสนำเอาประสบการณ์เก่ามาใช้แก้ปัญหา

4. การสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ผู้สอนควรเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีให้เวลา ให้อิสระแก่ผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้า ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างเต็มที่

5. การดูแลช่วยเหลือ ผู้สอนควรช่วยทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน คอยดูแลช่วยเหลือ ควบคุมให้การคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มให้ดำเนินไปด้วยดี รวมทั้งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสนใจในการคิดแก้ปัญหา

อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555: 234) เทคนิคที่สามารถใช้ฝึกให้กับผู้เรียนเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา

1. ฝึกให้คิดว่าปัญหาไม่ใช่เป็นสิ่งที่เลวร้าย และพยายามมองหาแง่มุมที่ดี

2. พยายามลำดับความสำคัญ และจัดสรรปัญหาว่า ปัญหาอะไรที่เป็นจุดมุ่งหมายหรือเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายในชีวิต

3. มองปัญหาให้กระจ่างดูว่าอะไรเป็นปัญหาหลัก อะไรเป็นปัญหารอง อะไรเป็นปัญหาที่แท้จริง หรือไม่ใช่อะไรจริง

4. ปัญหาของเด็ก ๆ หลายปัญหาคือ การไม่สามารถแยกแยะปัญหาที่เกิดขึ้นหรือเป็นปัญหาจริง ๆ กับปัญหาที่เขาคิดฝัน ฝันเพื่องขึ้นมาเอง ต้องให้เด็กเข้าใจว่า การนั่งจินตนาการว่าสิ่งที่เกิดเป็นปัญหาที่เสียหายรุนแรง แท้จริงแล้วอาจไม่ใช่ปัญหาที่ควรเสียเวลามานั่งคิด

5. ทำงานแบบย้อนไปสู่จุดเริ่มต้น ไม่มุ่งแค่ทางที่จะแก้ไข มองขั้นตอนการแก้ไข ไม่ใช่วิธีแก้ไขอย่างเดียว

6. เมื่อมีปัญหาที่แก้ไม่ได้ ลองให้เขียนลงบนกระดาษ และลองจดวิธีหรือสิ่งที่ควรจะทำบนกระดาษ แล้วดูว่าอะไรเราควรทำเป็นอันดับแรก

7. หาข้อมูลเพิ่มเติมว่า ต้องการข้อมูลอะไรเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง

8. ถ้าแผนการแก้ไขปัญหของผู้เรียนผิดพลาดต้องมีแผนสำรองเพื่อแก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่ควรฝึกให้มีการหาทางแก้ไขปัญหไว้ 2-3 แผน

9. พยายามเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหให้หลายทิศทาง

10. อย่าอายถ้าต้องพูดกับตัวเอง เพราะบางคนใช้เขียนลงกระดาษแล้วมองเห็นปัญหาจากที่กล่าวมาพบว่าวิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหให้แก่นักเรียนนั้นสามารถทำได้หลาย

รูปแบบ เช่น ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหจากการอ่านบทความ ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหจากภาพ ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหจากสถานการณ์ที่กำหนด ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหจากการศึกษากรณีศึกษา นอกจากนี้อาจฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหได้สื่อประเภทต่าง ๆ เช่น วีดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่าง ๆ ฯลฯ แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาซึ่งมีเทคนิคคือ ปัญหาควรจะเป็นปัญหาใกล้ตัว น่าสนใจ ทำทาย ผู้สอนความเสริมบรรยายภาคการเรียนรู้ที่ดีให้เวลา ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการฝึกโดยให้ผู้เรียนฝึกคิดจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้สอนช่วยทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน คอยดูแลช่วยเหลือ ควบคุมให้การคิดแก้ปัญหของผู้เรียนให้ดำเนินไปด้วยดี

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนของการเรียนรู้

3.1 ความหมายของความคงทนของการเรียนรู้

ความคงทนของการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญในการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเนื้อหาในการเรียนนั้นส่วนใหญ่มักมีความต่อเนื่องกันในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เนื้อหาในบางหน่วยการเรียนรู้ก็ยังเป็นพื้นฐานสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ต่อไปอีกด้วย ซึ่งความรู้พื้นฐานเดิมที่ผู้เรียนเคยเรียนผ่านมาแล้วและสามารถคงไว้และนำมาใช้ได้ นั่นก็คือ ความคงทนของการเรียนรู้ โดยได้มีผู้ให้ความหมายของความคงทนของการเรียนรู้ไว้ดังนี้

อดัม (Adam.1967:9) ได้ให้ความหมายของความคงทนทางการเรียนไว้ว่า คือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้ หรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์มาแล้ว โดยผลการเรียนก็คือ การประเมินผลทันทีที่ผู้เรียนเรียนจบ ส่วนความคงทน ก็คือ การปล่อยให้เวลาผ่านล่วงเลยไปช่วงหนึ่งแล้วจึงทำการประเมินซึ่งสอดคล้องกับอีกหลายท่านโดยสรุป คือ เป็นการ “เก็บสะสม” สิ่งที่ยังเหลือจากประสบการณ์หรือสิ่งที่เรียนรู้ไว้จากประสบการณ์ที่ได้รับอาจเป็นประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบความจำ เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้สามารถถ่ายทอดออกมาในลักษณะของการระลึกได้ หรือ การจำได้ซึ่งนำมาซึ่งพื้นฐานของการเรียนรู้ นิสัย ทักษะและพัฒนาการ (พิณทิพย์ ทวยเจริญ. 2546: 8; สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2556: 268; กอร์ดอน (Gordon.1989: 197); กมลรัตน์ หล้าสูงษ์.2528: 247; บุญสืบ สุวรรณเพ็ชร. 2538: 230; ประสาท อิศรปริดา. 2531: 230) การเรียนการสอนที่ดีต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่

คงทนหรือเกิดความจำระยะยาว ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่ากำลังเรียนสิ่งที่มีความหมายต่อเขา เห็นประโยชน์ในสิ่งที่เรียน ก็จะเข้ารหัสความรู้ที่ได้เป็นความจำระยะยาวได้ง่าย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 72-73) จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของความคงทนทางการเรียนรู้ได้ว่า หมายถึง ความสามารถในการคงไว้ซึ่งความรู้ ประสบการณ์ หรือ ทักษะที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว ในรูปของความจำระยะยาว โดยสามารถวัดได้โดยทิ้งช่วงเวลาให้ผ่านไปช่วงหนึ่งหรือสามารถนำความรู้กลับมาใช้ได้เมื่อต้องเจอกับสถานการณ์ที่จำเป็นต้องนำมาใช้

3.2 ความหมายของการจำ ประเภทของการจำ การฝึกความจำ

ความจำเป็นลักษณะที่สำคัญของการเรียน ความสามารถในการจำสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นตัวเสริมให้เกิดความรู้ความสามารถในการเรียน ความจำจึงเป็นผลสัมฤทธิ์พื้นฐานก่อนการแสดงความสามารถในระดับที่สูงขึ้น (อุทุมพร จามรมาน. 2549: 55) มีนักการศึกษาที่สนใจเกี่ยวกับความคงทนในการจำโดยผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ ดังนี้

3.2.1 ความหมายของการจำ

ความจำ คือ ความสามารถของสมองในการ “ระบุ” หรือ ความสามารถในการ “ระลึกถึง” เรื่องราวหรือประสบการณ์ซึ่งสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเป็นเวลานานได้ สามารถค้นคว้ามาใช้งานได้หรือระลึกได้ หรืออีกนัยหนึ่งความจำหมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออกมาให้เห็นว่าเขาสามารถกระทำในสิ่งที่เขาได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ มาแล้วได้ (อรอุมา สกุลเกียรติวัฒนา. 2554: 28; ราตรี นันทสุคนธ์. 2553: 150; สุรางค์ โค้วตระกูล. 2556: 268; วรณิ ลิ้มอักษร. 2554: 106) โดยเรื่องราวต่าง ๆ อาจเป็นประสบการณ์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นทันควันในปัจจุบันหรือประสบการณ์ที่ผ่านไปในช่วงสั้น ๆ หรืออาจเป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นมานานในอดีตก็ได้ (พิณทิพย์ ทวยเจริญ. 2546: 1 และ ภัทรา นิคมานนท์. 2540: 85) จากความหมายที่ได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า ความจำ คือ ความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งเคยเรียนมาแล้ว เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นผู้อื่นรู้ว่าเราได้เรียนรู้สิ่งใดมาและสะสมความรู้นั้นไว้มากน้อยเพียงใด สามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เหล่านั้นมาใช้ได้

3.2.2 ประเภทของการจำ

ความจำแบ่งเป็นหลายประเภท โดยผู้ที่สนใจศึกษาได้แบ่งประเภทไว้ ดังนี้
 สุรางค์ โค้วตระกูล (2556: 269-270) ได้ศึกษาข้อมูลจากนักวิทยาศาสตร์ที่ความจำทุกแขนงพบว่าความจำมีหลายระบบ การให้ชื่ออาจแตกต่างกันแต่ความหมายตรงกัน จึงกล่าวโดยสรุปว่า ระบบความจำมี 2 ระบบ คือ Explicit memory หรือความจำที่ผู้จำรู้ตัว มีสติหรือตระหนักรู้ และ Implicit memory หรือ ความจำที่ผู้จำไม่รู้ตัวหรือตระหนักรู้ว่าจำได้ โดยความจำประเภท Explicit memory มี 2 ชนิด ดังนี้

1) ความจำซีแมนติก (Semantic memory) คือ การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ในการเข้าใจความหมายโดยทั่วไปเช่น ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎีต่างๆ การเข้าใจข้อความจริง ความรู้ต่าง ๆ เป็นต้น

2) ความจำเอปิปโซดิก (Episodic memory) คือ ความจำเกี่ยวกับเหตุการณ์พิเศษไปกว่าชีวิตประจำวันธรรมดา เช่น การไปทำบุญวันที่ฝนตกหนัก การผ่าตัดไส้ติ่งสอนสอบไล่ เป็นต้น

ส่วนความจำประเภท Implicit memory มี 3 ชนิด ดังนี้

1) ความสามารถที่จำทำงานหรือแสดงออกด้วยการกระทำที่เกี่ยวกับงานที่ต้องใช้ทักษะไม่ว่าจะเป็นทักษะด้านการรับรู้ (Perceptual skills) หรือทักษะทางการรู้-คิด (Cognitive skills) หรือทักษะทางมอเตอร์ (Motor skills)

2) ความสามารถที่จะจำได้ถ้าได้รับการเอื้อ โดยการให้เครื่องชี้แนะอย่างไม่เต็มที่ (reduced cues) ซึ่งทางจิตวิทยาเรียกว่า “Priming” ตัวอย่างเช่น ถ้าให้คนที่ เป็นโรค Amnesia คำว่า “ประตู” คนไข้จะจำเองไม่ได้ แต่ถ้าให้เครื่องชี้แนะ ประ- คนไข้จะต่อได้ว่าประตู เป็นต้น

3) ความสามารถที่จะจำได้ โดยการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ความคิด ความจำประเภทนี้มักเป็นความจำทางด้านอารมณ์ (Emotional)

วรรณิ ลิ้มอักษร (2554: 106-110) และ สิริอร วิชชาวุธ (2554: 179-195) ได้มีความเห็นสอดคล้องกันว่าประเภทความจำขั้นพื้นฐานว่ามี 3 ประเภท คือ การจำรู้สึกสัมผัส ความจำระยะสั้น และความจำระยะยาว มีรายละเอียด ดังนี้

1) ความจำการรู้สึกสัมผัส (Sensory memory) หมายถึงการคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากที่ได้รับความรู้สึกสัมผัสสูงสุด 200-400 มิลลิวินาทีเช่น การฉายภาพให้ดูแวบหนึ่ง ภาพที่ปรากฏให้เห็นยังเป็นภาพที่ติดตาต่อไปอีกหลายร้อยมิลลิวินาที หลังจากการฉายภาพแวบนั้น ความคงที่ของภาพจะช่วยให้เห็นภาพที่ฉายซ้อนบนจอติดต่อกันเป็นภาพต่อเนื่องได้ ความจำนี้เรียกว่าความจำภาพติดตา (Iconic Memory)

2) ความจำระยะสั้น (Short-term memory, STM) หรือบางที่เรียกว่า Working memory เป็นความจำหลังจากมีการเลือกรับรู้และตีความว่าสิ่งเรานั้นคืออะไร สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความแล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้น ซึ่งเป็นความจำในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่จะทำให้เราได้เข้าใจและรู้เรื่องเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นกับตนในปัจจุบัน หลังจากนั้นไม่เกิน 30 วินาทีเราจะลืมสิ่งที่เรารับรู้ เว้นแต่มีการทบทวนข้อมูลนั้น ๆ ไว้เพื่อให้เกิดการจำได้นานขึ้น ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวเพื่อใช้ประโยชน์ในขณะที่กำลังตีความและใช้ข้อมูลอยู่เท่านั้น เมื่อเสร็จสิ้นในกิจกรรมหรือภารกิจนั้น เราจะลืมข้อมูลเหล่านั้นไป เช่น การจำชื่อ หรือการจำหมายเลขโทรศัพท์ หรือเนื้อหาที่สนทนากันในขณะนั้นๆ หลังจากสนทนากันเสร็จแล้ว เมื่อเราหันไปทำกิจกรรมอื่น เราจะลืมข้อมูลรายละเอียดเหล่านั้นไป ยิ่งในขณะที่กำลังรับรู้และกำลังตีความข้อมูลที่ได้รับ ถ้าเราไม่ใส่ใจหรือไม่ตั้งใจจำ เราจะลืมข้อมูลเหล่านั้นทันที

3) ความจำระยะยาว (Long-term-memory, LTM) เป็นความจำที่คงทนถาวรกว่า STM การลงรหัสของข้อมูล ใน STM เป็นการตอบสนองตามธรรมชาติต่อข้อมูลการรับรู้ ซึ่งจะต่างจากการลงรหัสข้อมูลในความจำระยะยาว สิ่งจำใน LTM เป็นความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ตนได้ยิน ได้เห็นหรือได้รู้สึกด้วยประสาทสัมผัสต่าง ๆ ความเข้าใจนี้เป็นผลมาจากการตีความสิ่งที่เรารู้สึกอยู่ใน STM เช่น ขณะที่ฟังอาจารย์บรรยายสิ่งที่ได้ยินและได้เห็นจะถูกตีความในช่วงของ STM ว่าอาจารย์กำลังบรรยายเรื่องอะไร เมื่อรับรู้สิ่งที่ตนได้ยินและได้เห็นหมายความว่าอะไรแล้ว เสียงรายละเอียดปลีกย่อยจะถูกปล่อยให้สลายตัวไป จากนั้นเราจะเก็บแต่ความหมายหรือความเข้าใจในเนื้อหาที่รับรู้ไว้ใน LTM

สุดใจ เหล่าสุนทร (2549: 22-23) สรุป ความจำในความคิดทางจิตวิทยานั้น แบ่งได้ 3 ประการ คือ

- 1) จำเพื่อประโยชน์ชั่วคราว (Temporary holding) เช่น คนเดินโต๊ะว่าสั่งอะไร พอเสิร์ฟก็เสิร์ฟอาหาร จากนั้นก็จำไม่ได้ ความจำแบบมักเกิดในชีวิตประจำวันเป็นส่วนใหญ่
- 2) จำเป็นประโยชน์สืบเนื่อง (Mediational use) ซึ่งเป็นความจำที่ใช้เพื่อจะได้รู้สิ่งอื่นต่อไป ซึ่งจะต้องจำในสิ่งสำคัญบางประการได้ ความจำประเภทนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับในโรงเรียน เพราะความจำจะใช้อย่างสืบเนื่องต่อความรู้ในระดับลักษณะซึ่งมากยิ่งขึ้น

- 3) จำถาวร (Life time retention) เช่น จำตัวหนังสือ ตัวเลข และสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต หนังสือที่อ่านปัญหาที่เกิดขึ้น

สำหรับการสอนในโรงเรียนต้องฝึกให้เด็กได้ใช้ความจำทั้ง 3 อย่างปะปนกันอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจำประเภทแบบสืบเนื่องและความจำถาวรเพราะช่วยให้การเรียนรู้ได้ติดต่อสืบไปยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจำแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น การระลึกได้ การจำได้ การเรียนรู้ การจำแบบรู้จัก การจำแบบปะติดปะต่อ ความจำระยะสั้น ความจำการรู้สึกสัมผัส แบบสืบเนื่อง ความจำถาวร และ ความจำระยะยาว ซึ่งอาจมีชื่อต่างกันแต่ความหมายใกล้เคียงกัน โดยพบว่าการรูปแบบการจำนั้นบางรูปแบบสามารถจำได้นาน เช่น การไม่เคยพบหน้าเพื่อนานเป็นสิบปี แต่ก็ยังจำได้เมื่อพบกันก็จำกันได้ บางรูปแบบอาจมีสิ่งให้ระลึกถึง เช่น การซื้อของที่ระลึกจากการไปเที่ยว เมื่อเรามองเห็นของสิ่งนั้นเราก็จำเหตุการณ์ต่าง ๆ การไปเที่ยวครั้งนั้นได้ละเอียดจากของที่ระลึกสิ่งนั้น นอกจากนี้ความจำเป็นพื้นฐานในการการเรียนรู้ครั้งใหม่ด้วยหากเราเคยเรียนรู้สิ่งใดมาแล้วและยังจำได้ หากเรียนรู้เรื่องเดิมอีกครั้งหนึ่งก็จะช่วยให้ใช้ระยะเวลาสั้นขึ้น สำหรับการสอนในโรงเรียนต้องฝึกให้เด็กได้ใช้ความจำอยู่ตลอดเวลาโดยเฉพาะการจะสืบเนื่องการจำถาวรหรือการจำระยะยาวไม่ลืมน่าจะช่วยให้การเรียนรู้ได้ติดต่อสืบเนื่องไปยิ่งขึ้น

3.2.3 การฝึกความจำ

ความสามารถในการจำมีส่วนสำคัญต่อการทำหน้าที่ในด้านต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้จดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ดี ทำได้หลายวิธี ดังมีผู้ศึกษาไว้ ดังต่อไปนี้

ลักษณะ สรวิวัฒน์ (2557: 207-208) ได้ให้กลยุทธ์สำหรับการจำด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1) ต้องเข้าใจสิ่งที่เรียนให้ถ่องแท้เนื่องจากว่าระหว่างกระบวนการทำความเข้าใจเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนหรือความเป็นเหตุผลนั้นจะเกิดกระบวนการของความพยายามจดจำตามมาโดยผู้เรียนเอง

2) ทำเครื่องหมายเน้นตรงประเด็นสำคัญในข้อความหรือหนังสือที่ต้องการจำ

3) หากต้องการจำแบบคำต่อคำให้พยายามทบทวนสิ่งนั้นบ่อย ๆ ในช่วงเวลาที่ไม่เคยทำ เช่น ตอนอาบน้ำ ขณะเดินทาง เป็นต้น

4) จงศึกษาเรื่องที่ต้องการจำให้ได้นาน ๆ เป็นลำดับแรกและควรเรียนให้จบหน่วยในเวลาเดียวกัน

5) ดึงความน่าสนใจของข้อมูลนั้นออกมาให้ได้

6) จงทบทวนซ้ำบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจถ่องแท้

7) วิเคราะห์เนื้อหาและพยายามเข้าใจแนวคิดของเนื้อหานั้น

8) พยายามสร้างภาพของเรื่องที่จำให้ชัดเจนเมื่อเป็นไปได้ ลองหลับตาแล้ว

จินตนาการภาพ พยายามมองให้เห็นในหน้ากระดาษ

9) สร้างทฤษฎี หรือ แผนภาพขึ้นมากเอง

10) ให้ลดปริมาณของเนื้อหาที่ต้องจำลง โดยให้ผู้เรียนคิดเอง หรือใช้วิธีการจำเป็นลำดับขั้นตอนมาช่วย

11) นำเสนอความคิดให้อยู่ในรูปของแผนภาพหรือแผนผัง

12) จัดทำรายชื่อคำสำคัญต่าง ๆ จัดรูปแบบความเชื่อมโยงต่าง ๆ อย่าง

หลากหลาย

13) ลองตั้งคำถามที่ผู้เรียนคิดว่าอาจจะพบในการสอบ แล้วตอบคำถามในช่วงเวลาที่มีโอกาส

สมวดี ไชยเวช (2556: 70-74) ได้ให้แนวทางการปรับปรุงความจำไว้ คือ

1) การให้ความสนใจ ถ้าให้ความสนใจก็จะสามารถจดจำได้ ไม่ลืม เช่น การให้ความสนใจบุคคลก็จะสามารถจดจำชื่อของเขาได้

2) การสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูล ระหว่างข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิมที่มีอยู่จะช่วยให้จดจำข้อมูลนั้นง่ายขึ้น

3) การทบทวนเป็นระยะ ๆ เนื่องจากการเข้ารหัสในหลายโอกาส

4) การเรียนเกินและการทดสอบตนเอง เพราะการทบทวนข้อมูลเดิมในหลาย ๆ โอกาสช่วยเพิ่มตัวชี้แนะให้กับข้อมูล

5) การทำให้สถานการณ์ของการเข้ารหัสและการเรียนคืบข้อมูลมาใช้ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ บริบทของของสภาพแวดล้อมและสภาวะทางร่างกายจิตใจที่สอดคล้องกันระหว่างระยะที่เรียนรู้และระยะที่ทดสอบจะช่วยให้สามารถจำได้ดี

6) รมัตระวังผลของลำดับการนำเสนอ (Counteract the serial position effect) สิ่งที่มีอยู่ในตอนต้นและตอนท้ายมักเป็นสิ่งที่จดจำได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงควรใช้เวลาในการทบทวนข้อมูลที่อยู่ตรงกลางมากขึ้นกว่าเดิมเพื่อให้จำได้ดีขึ้น

7) การใช้เทคนิคช่วยจำ คือ การใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้จดจำข้อมูลได้ง่ายขึ้น

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2556: 271-275) เทคนิคช่วยความจำที่ใช้กันอยู่มีทั้งหมด 6 วิธี คือ

1) การสร้างเสียงสัมผัส (Rhymes) เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีมากและสิ่งที่จดจำจะอยู่ในความทรงจำเป็นเวลานานบทเรียนภาษาไทยมีผู้คิดแต่งกลอนที่สัมผัสและมีความหมายเพื่อให้จำได้ง่าย เช่น การจำการใช้ไม้้วน

2) การสร้างคำเพื่อช่วยความจำจากอักษรตัวแรกของกลุ่มของแต่ละคำ (Acronym) เป็นการสร้างคำศัพท์เพื่อช่วยความจำวิธีนี้ทำได้โดยการนำอักษรตัวแรกของแต่ละคำที่ต้องการจำมาเน้นคำใหม่ที่มีความหมาย

3) การสร้างประโยคที่มีความหมายจากอักษรตัวแรกของกลุ่มของที่จะจำ (Acrostic) ตัวอย่างการใช้ประโยคที่มีความหมายการสร้างจากอักษรตัวแรกของการจำชื่อ 9 จังหวัดที่อยู่ในภาคเหนือของประเทศไทยว่า “ชิตชัยมิลลิ่งเลเฟียงพอบอนงค์” ซึ่งศาสตราจารย์สมน อมรวิวัฒน์ ได้คิดขึ้น ถ้าถอดคำออกมาจะเป็นชื่อจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ พะเยา อุตรดิตถ์ น่าน

4) วิธี Pegword เป็นวิธีที่มีประโยชน์สำหรับการท่องจำรายชื่อ สิ่งของหลาย ๆ อย่างที่ต้องมีลำดับ 1, 2, 3... การใช้จำเป็นต้องสร้าง Page ขึ้นและท่องจำปกติ มักจะใช้ตัวเลขมีความสัมพันธ์กับสิ่งของให้มีเสียงสัมผัส (Phyme) ตัวอย่างในภาษาอังกฤษ One-bun, Two-shoe, Three-tree, Four-goar, Five-hive, Six-sticks, Seven-heaven, Eight-gate, Nine-line, Ten-hen

5) วิธีโลโซ (Loci method) วิธีช่วยความจำ โลโซ มักจะช่วยความจำเกี่ยวกับสถานที่ เช่น ห้องต่าง ๆ ในบ้าน อาคารต่าง ๆ ของโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย หรือร้านค้าต่าง ๆ กฎเกณฑ์พื้นฐานของวิธีช่วยจำโลโซมีดังต่อไปนี้

5.1) สถานที่หรือตำแหน่งต่าง ๆ ที่จะเลือกควรอยู่ใกล้กัน

5.2) จำนวนสถานที่หรือตำแหน่งที่จะใช้ควรเป็นจำนวนไม่เกิน 10 แห่ง

5.3) ควรกำหนดหมายเลขให้แต่ละสถานที่ตามลำดับตั้งแต่หนึ่งจนไปถึงสถานที่สุดท้ายและควรจะสามารถระลึกได้ทั้งหน้าไปหลังและหลังไปหน้า

5.4) สถานที่ใช้ควรจะเป็นที่ ๆ คุณเคย และผู้ใช้สามารถจะนึกภาพได้อย่างชัดเจนฉะนั้นสถานที่ที่จะใช้ควรจะมาจากการประสบการณ์

5.5) สถานที่ที่จะใช้เป็นเครื่องช่วยความจำโลโซ ควรจะมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นชัดผู้ใช้ควรจะเน้นสิ่งเด่นของแต่ละสถานที่

5.6) ผู้ใช้จะต้องสามารถจินตนาภาพของลักษณะเดิมของแต่ละสถานที่ได้ เป็นต้นว่าเครื่องแต่งห้องมีลักษณะพิเศษอะไรบ้าง

6) วิธี Keyword ซึ่งเป็นวิธีที่ใหม่ที่ช่วยความจำที่เรียกว่า Keyword เป็นวิธีใหม่ที่สุด มีผู้เริ่มใช้เมื่อปี พ.ศ.2518 แอตคินสันและผู้ร่วมงาน (Atkinson, Atkinson and Raugh, 1975) วิธี Keyword เป็นวิธีค่อนข้างง่าย และใช้กันมากมายในการเรียนภาษาต่างประเทศ เป็นการเชื่อมโยงกับความหมายของคำกับ Keyword โดยเสียง และเชื่อมโยงกับความหมายของคำในภาษาไทยได้โดยการใช้จินตนาการ

สม สุจิรา (2552: 15-34) ได้กล่าวถึงเคล็ดลับในการจำไว้ ดังนี้

1) จำเป็นภาพ เคล็ดลับการอัดภาพไว้ในสมองก็คือ การมองภาพโดยใช้ตาในภาพที่เกิดจากจินตนาการขณะหลับตา สมองส่วนลึกจะเข้ามารับรู้และบันทึกไว้ จะเรียนรู้สิ่งใดหลับตานึกจินตนาการช่วยทุกครั้ง และควรมีความรู้สึกเข้ามาเป็นส่วนประกอบด้วย

2) การใช้ตัวย่อ ตัวอักษรในภาษาอังกฤษเหมาะกับการนำมาทำเป็นตัวย่อเพื่อใช้ในการท่องจำ เช่น วิชาชีววิทยา เรื่อง การแยกระดับชั้นของสิ่งมีชีวิตเป็น Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Genus และ Species ให้จำง่าย ๆ ว่า KiPCoFGeS เป็นต้น

3) จำแบบความสัมพันธ์ เช่น ในการเรียนชีววิทยามีระบบต่าง ๆ ที่ต้องจำมากมายไม่ว่าเป็นระบบต่อมไร้ท่อ ระบบประสาท ระบบเลือด ระบบกล้ามเนื้อ ฯลฯ ซึ่งถ้ามองอย่างเป็นองค์รวม จะเข้าใจได้ว่าทุกส่วนล้วนสัมพันธ์กัน พยายามทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงให้ได้ก่อนที่จะเริ่มท่องชื่อเฉพาะต่าง ๆ เป็นต้น

4) จำเป็นจังหวะ จังหวะ ทำนอง เกิดจากการทำงานของสมองส่วนความรู้สึกซึ่งลึกลับ ดังนั้นถ้าเราสามารถใส่จังหวะเข้าไปในสิ่งที่ต้องการจำก็จะทำให้เกิดความทรงจำถาวร

5) ประสานกับความจำเก่า ในสมองของคนเรามีข้อมูลเก่า ๆ บรรจุไว้เป็นความทรงจำระยะยาวอยู่แล้วนับล้านข้อมูล ดังนั้นสิ่งใหม่ที่จะจำต้องมีบางสิ่งที่ใกล้เคียงกับฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ พยายามเชื่อมโยงแล้วดึงความจำใหม่เข้าไปบรรจุรวมกับความจำระยะยาว

6) ใส่เครื่องหมายช่วยจำ ในบางจุดที่เราต้องการจำเป็นพิเศษให้ใส่ใช้ปากกาสีที่เห็นชัดที่สุดขีดหรือวงรอบบริเวณนั้น หรือ ทำเครื่องหมายบางอย่าง เช่น กากบาท รูปดาว ดอกจันทร์ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจเอาไว้

7) การทบทวน เพราะเป็นจุดเชื่อมที่สำคัญในการทำให้เข้าใจถึงบทเรียนที่จะเรียนต่อไป และเป็นการย้ำความจำของบทเรียนที่ผ่านมาให้ฝังแน่นลงไปอีก

8) การถาม ก็คือ การเรียนด้วยวิธีย้อนกลับจากผลมาหาเหตุ แสดงถึงการไต่รู้ขณะนั้นสองเปิดกว้างเพื่อจะรอรับคำตอบ ยิ่งถ้าเป็นการถามครู ในห้องเรียนจะสามารถจำคำตอบ

9) ฟัง พูด เขียน การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อร่างกายสัมพันธ์กับการทำงานของสมอง เมื่อต้องการจำสิ่งใด ถ้ามีการเคลื่อนไหวร่างกายประกอบก็จะจำได้แม่น

10) จำอย่างมีศิลป์ บางคนอาจจำลองบนกระดาษและตัดออก บางคนเขียนลงบล็อกโน้ตบุ๊คหรือเน็ต หรือเขียนไดอารี่ ก็จะช่วยจำได้ดีขึ้น ทำให้สนุกกับการจำหรือทบทวน

11) การจด เป็นวิธีที่แน่นอนที่สุด ไม่เปลืองสมองเลย เพียงแต่ต้องจำให้ได้ว่าจดแล้วเก็บไว้ที่ไหน ไม่ต้องใช้คำยาวแค่ให้สื่อความหมายได้ก็พอ

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการจะมีความจำที่ดีนั้นต้องมีการฝึกความจำ มีความตั้งใจที่จำสิ่งสิ่งนั้น มีการทบทวนความรู้อยู่ ๆ เรียนรู้อย่างมีความหมาย มีการเปรียบเทียบกับสิ่งของบางอย่าง การจำอย่างเป็นระบบจะช่วยให้จำได้ดีกว่าการจำแบบไม่เป็นระบบ การใช้จังหวะในการจำ การวางตำแหน่ง การจัดระบบของคำศัพท์ การใช้คำนำหน้า การกำหนดตัวเลขแทนสิ่งที่จะจำ จะช่วยให้การจำดีขึ้นในขณะที่เรียนรู้ควรมีส่วนร่วม เช่น การแสดงความคิดเห็น การตอบคำถาม การพักผ่อนให้เพียงพอให้ร่างกายพร้อมที่จำเรียนรู้อย่างมีส่วนช่วยในการจำได้ดี ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้โดยวิธีการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งการเรียนสิ่งที่มีความหมายและนำสิ่งใหม่เข้ามาสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมจะช่วยให้อ่านได้

3.3 ความหมายของการลืม เหตุแห่งการลืม

3.3.1 ความหมายของการลืม

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2556: 278) และ วรณี ลิ้มอักษร (2554: 116) ได้ให้ความหมายของการลืมไว้ว่า คือ การลืมหเลวในการจำ หรือความไม่สามารถที่จะระลึกเรื่องราวต่าง ๆ ได้เป็นผลเนื่องมาจากความสามารถที่จะค้นคืนหรือเรียกสิ่งที่เรียนรู้แล้วมาใช้ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากสาเหตุหลายอย่าง เช่น อาจจะได้ไม่ได้สร้างรหัสบันทึกไว้ในความจำระยะยาว เพราะผู้เรียนไม่ได้ตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว จึงเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีความหมาย ลืมได้ง่าย สอดคล้องกับ สุดใจ เหล่าสุนทร (2549: 23) และ เจมส์ ดี วินแลนด์ (2535: 49) กล่าวถึงการลืมว่าอาจเป็นเรื่องการเรียนรู้ที่ไม่สมบูรณ์ ความไม่เข้าใจในความหมายของคำหรือเนื้อความไม่ดีพอหรือเรียนรู้มันอย่างเลว ๆ จึงไม่เกิดความสำคัญพอที่จะระลึกได้ หากเราต้องการยึดเหนี่ยวสิ่งใดไว้ในความจำ พร้อมระลึกได้ เราต้องประทับมันอย่าง ถูกต้อง ชัดเจน และหนักแน่นให้มันตรึงไว้ในใจอย่างน้อยครั้งหนึ่ง การเรียนรู้ที่ไม่สมบูรณ์ เกิดจากการขาดความเอาใจใส่ ซึ่งมาจากการขาดความสนใจหรือถูกรบกวนจากสิ่งอื่น ๆ การลืมอาจการเอาใจใส่หรือการมีความสัมพันธ์กับแนวความคิดใหม่หรือการกระทำใหม่การทบทวนความรู้เดิมก็มีความสำคัญไม่ให้เกิดการลืมได้ จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การลืมคือการไม่สามารถเรียกคืนความจำที่ได้เคยเรียนรู้หรือรับรู้ไปแล้วได้อาจเนื่องมาจากการไม่ได้ใส่ใจที่จะจำอย่างจริงจัง ไม่ได้จำอย่างเป็นระบบแบบแผน เมื่อเวลาผ่านไปก็ส่งผลให้เกิดการลืมได้

3.3.2 เหตุแห่งการลืม

ความจำของคนไม่สามารถคงอยู่ได้ตลอดไปซึ่งอาจมาจากหลายสาเหตุ ดังที่ สมบัติ ไชยเวช (2556: 67-72) และ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2556: 278-279) ได้อธิบายทฤษฎีทางจิตวิทยาถึงสาเหตุของการลืม 4 ทฤษฎีในมุมมองที่แตกต่างกันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ทฤษฎีความล้มเหลวของการเข้ารหัส (Encoding failure theory) หรือ ทฤษฎีความล้มเหลวในการเรียกมาใช้ (Retrieval failure theory) แสดงให้เห็นถึงการเข้ารหัสที่ขาดประสิทธิภาพจะไม่สามารถเรียกคืนข้อมูลมาใช้ได้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้ารหัส เช่น ความสนใจ การจัดระเบียบข้อมูล เป็นต้น

2) ทฤษฎีการพัวพันของข้อมูล (Decay theory) คือ ความสามารถในการระลึกข้อมูลของบุคคลมักน้อยลงเมื่อเวลาผ่านไป

3) ทฤษฎีการรบกวนกันของข้อมูล (Interference theory) การลืมเกิดจากการรบกวนกันของข้อมูลทำให้ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้

4) ทฤษฎีการจงใจที่จะลืม (Motivated forgetting theory) หรือเรียกว่าการเก็บกด อันเป็นกตความคิดที่ทำให้กังวลใจลงไปในจิตใต้สำนึก เกิดขึ้นจากการที่มีแรงจูงใจพิเศษที่ต้องการที่จะลืมบางสิ่งบางอย่าง

ซึ่งสอดคล้องกับ วรณี ลิ้มอักษร (2554: 116-118) ได้กล่าวไว้ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังมีความเห็นเพิ่มเติมอีกว่า การลืมนั้นอาจเกิดจากไม่ได้นำความจำระยะสั้นไปบันทึกไว้เป็นความจำระยะยาว เป็นการจำเพื่อประโยชน์ชั่วคราว เมื่อใช้ประโยชน์เรียบร้อยแล้วก็จะลืม ซึ่งความจำระยะสั้นจะเสื่อมเมื่อเมื่อบุคคลมีอายุย่างเข้าสู่วัยชรา

สิริอร วิชชาวุธ (2554: 203) กล่าวว่าสาเหตุของการลืมนั้นอาจเกิดจาก

- 1) รอยความจำนั้น ๆ ได้เลือนหายไปจากสมองโดยไม่มีทางรื้อฟื้นได้อีก
- 2) การลืมข้อมูลไปเพราะไม่ได้ใช้ข้อมูลนั้นอีกเลย
- 3) การขาดสิ่งชี้แนะที่เหมาะสมในการรื้อฟื้นรอยความจำ
- 4) การไม่ได้ทบทวนสิ่งเร้าใน STM และไม่มีการทบทวนใน LTM

5) การเก็บกด (Repression) นักจิตวิทยาแนวจิตวิเคราะห์กล่าวว่าบุคคลมีความตั้งใจอยากลืมเหตุการณ์หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เลวร้ายต่อตน เพื่อจะได้หลุดพ้นจากความรู้สึกผิด หรือเป็นทุกข์

6) การลืมนี้อาจเกิดจากการถูกรบกวนหรือการระงับในความจำ เป็น การตามรบกวน (Proactive interference) และการย้อนรบกวน (Retroactive interference) กล่าวคือ การตามรบกวน คือ การที่สิ่งเร้าเดิมรบกวนสิ่งเร้าใหม่จนทำให้จำสิ่งเร้าใหม่ได้น้อยลง ส่วนการย้อนรบกวน คือ การที่สิ่งเร้าใหม่ย้อนรบกวนการจำสิ่งเร้าเดิมได้น้อยลงหรือทำให้ลืมสิ่งที่จำอยู่ก่อน

7) การกระทบกระเทือนทางสมอง เนื่องจากสมองมีผลต่อการเรียนรู้และจดจำ อมลวรรณ อธิกรชัย (2554?: 32-42) ได้กล่าวถึง สาเหตุของการลืม ไว้ดังนี้

1) การลืมนี้อาจเกิดจากการไม่ได้ใช้มันเป็นสิ่งที่เจือจางหรือเสื่อมสลายไปเรื่อย ๆ ความรู้ที่เราระลึกไม่ได้ อาจไม่ได้สูญหายไปโดยสิ้นเชิง หากเรามาเรียนรู้เรื่องนั้นใหม่ก็จะใช้เวลาน้อยกว่าเดิม จำนวนเวลาที่ประหยัดได้ในการเรียนรู้ซ้ำใช้วัดการเก็บรักษาได้

2) การลืมเนื่องจากการสอดแทรก เช่น การสอดแทรกของอารมณ์รัก อารมณ์โกรธ สอดแทรกจะเป็นผลต่อความทรงจำ หรือ ความสอดแทรกชนิดที่แรกว่า ความขัดขวาง มันเกิดเมื่อเราต้องการระลึกถึงสิ่งที่เรารู้ดี แต่ปรากฏว่าไม่สามารถระลึกได้มักเป็นกับชื่อคน

3) การลืมเนื่องจากบทถูกเปลี่ยนไป บุคคลมักติดอยู่กับตำราเล่มใดเล่มหนึ่งอาจจำบางสิ่งไม่ได้หากไม่ได้ระลึกถึงคำที่ตำราเล่มนั้นบอกเอาไว้ เป็นต้น

4) การลืมเนื่องจากการพบ ก็คือ การลืมสิ่งใด ๆ เพื่อยุติเรื่องนั้น เมื่อเราถือว่ามันไม่มีคุณค่าใด ๆ อีกต่อไปแล้ว ความจำนั้นก็พุ่งออกไปจากใจเหมือนเด็กนักเรียนหลังโรงเรียนเลิก

จากที่กล่าวมาพบว่าการลืมนั้นสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัยอาจเกิดจากการลืมโดยธรรมชาติ เช่น การไม่ได้นำความจำที่มีอยู่มาใช้ การเลือนหายไป การเรียนที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ การลืมที่เกิดจากการมีประสบการณ์ใหม่เข้ามาครอบงำ หรืออาจลืมเพราะความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับไม่มีความประทับใจเพียงพอ นอกจากนี้การลืมการเกิดจากตัวบุคคลเองที่ต้องการจะลืมเรื่องบางอย่าง เช่น อยากลืมความทรงจำอันเลวร้ายในอดีตของตน เรื่องราวที่เจ็บปวด ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การเก็บกดซึ่งการลืมแบบนี้มักลืมไม่สนิทหรืออาจเกิดจากการได้รับความกระทบกระเทือนทางสมองก็ทำให้เกิดการลืมได้ สาเหตุสำคัญอีกประการ คือ การไม่ได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่ได้นำความจำระยะสั้นมาเก็บเป็นความจำระยะยาว

3.4 การวัดความคงทนของการเรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557: 78-79) ได้กล่าวถึงลักษณะการวัดผลหลังเรียนทันทีเพื่อไม่ให้ผู้เรียนลืมในสิ่งที่ครูเพิ่งสอนไปว่าเป็นการประเมินความจำระยะสั้น (Short-term memory) แต่ถ้าจะประเมินความจำระยะยาวนั้นควรประเมินหลังจากที่ผู้เรียนเรียนผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังจากที่สอน หรืออย่างน้อยถ้าจะวัดความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) ที่ดีควรวัดหลังจากที่ผู้เรียนเรียนผ่านไปอย่างน้อย 2-3 สัปดาห์ จึงจะรู้ว่าผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้จริงหรือไม่

ชม ภูมิภาค (2516: 32) ได้กล่าวถึงการวัดความคงทนของการจำและการลืมไว้ว่ามีวิธีการวัดที่สำคัญอยู่ 4 ประการ คือ

1) วิธีแห่งการระลึกได้ (The recall method) คือ การเปรียบเทียบผลระหว่างการทดสอบติดตามหลังการเรียนเสร็จทันที กับการเว้นระยะพักแล้วทดสอบ แล้วเปรียบเทียบกันว่าเหลือกี่เปอร์เซ็นต์

2) วิธีการแห่งความรู้จักกัน (The recognition method) เป็นการให้เลือกเอาสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วออกมาจากสิ่งอื่นที่ปนอยู่ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันมาก

3) การเรียนใหม่ (Relearning method) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการประหยัดเวลา (Saving method) คือการเปรียบเทียบการเรียนอันเดิมกับการเรียนอันใหม่ว่า ถ้าการเรียนให้ระดับเดิมจะใช้เวลาเท่าใด เช่น สมมติว่าในตอนแรกจะเรียนให้ได้สมบูรณ์ ต้องใช้ความพยายาม 40 ครั้ง

ในตอนหลังใช้เวลาเพียง 10 ครั้ง นั่นคือประหยัดไป 30 ครั้ง แสดงว่าความคงทนทางการเรียนมี 75 เปอร์เซ็นต์

แอตคินสัน และ ชิฟฟริน (Atkinson; & Shiffrin.1968: 89-195) ชันยจิรา ภูริอุดมเศรษฐ์ (2553: 29); อ้างอิงจาก ชัยพร วิชชาวุธ (2525: 288) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ในการทดสอบความคงทนในการจำ ควรเว้นระยะเวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 14 วัน เพราะเป็นช่วงเวลาที่ควรจําระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ

โสภา บุญยศรีสวัสดิ์ (2520: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาอิทธิพลของช่วงเวลาที่มืต่อ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูนครปฐม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ช่วงเวลาที่ใช้แบ่งเป็น 5 ช่วง คือ 3 วัน, 7 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน ผลการทดสอบปรากฏว่า การทดสอบซ้ำในช่วงเวลา 15 วัน ให้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าช่วงอื่น

สรวงศ์ โค้วตระกูล (2556: 269) ได้กล่าวถึงการวัดเหตุการณ์ที่เคยเรียนรู้หรือการ ทดสอบด้วยการระลึก (recall) ควรใช้ข้อทดสอบแบบ เต็มคำหรือแบบเลือกตอบ

จากที่กล่าวนั้นจะเห็นได้ว่า การวัดความคงทนนั้น มีการวัดหลายวิธี ได้แก่ วิธีแห่งการ ระลึกได้ วิธีการแห่งความรู้จักกัน และ การเรียนใหม่ โดยการวัดความคงทนด้วยแบบทดสอบแบบ เลือกตอบ คือ การวัดสิ่งที่เหลืออยู่หลังจากการเรียนรู้ได้ผ่านพ้นไปแล้ว อาจวัดห่างกันเป็นนาที่ เป็น ชั่วโมง เป็นวัน หรือหลายวัน ก็ได้ การทดสอบควรเว้นระยะห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อให้เกิด ความคลาดเคลื่อนน้อย ลดการจำข้อสอบได้ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงจะดำเนินการวัดที่ 2 สัปดาห์ เพื่อ จะศึกษาว่าความคงทนของความรู้จะลดลงหรือจะคงอยู่เมื่อเวลาผ่านไป

3.5 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคงทน

การสอนที่ดีต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน หรือ เกิดความจำระยะยาว แต่ ปัญหาที่ครูมักบ่นกันว่า “นักเรียนเรียนแล้วจำอะไรไม่ได้เลย สอนจนเหนื่อยก็ยังจำอะไรไม่ได้” ครู ต้องจงใจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนให้มากที่สุด เช่นให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทำโครงการ ทดลอง ซึ่งเป็นการเรียนที่ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เห็นประโยชน์จากสิ่งที่เรียนว่ากำลัง เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อเขา ผู้เรียนก็จะเข้ารหัสความรู้ที่ได้มาเป็นความจำระยะยาวได้อย่าง ง่ายดาย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 72) สิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีและจะ มองข้ามเสียไม่ได้ก็คือ ความรู้เดิม ซึ่งผู้เรียนจำนวนหนึ่งมักบ่นว่าเรียนไม่ทัน เรียนไม่รู้เรื่องหรือ วิดกกังวลว่าจะเรียนต่อไปอย่างไร เนื้อหาเดิมก็ยังไม่รู้ เนื้อหาใหม่ก็ก็จะสอนอีกแล้วซึ่งผู้เรียนก็จะ สะสมความเครียดไปเรื่อย ๆ และเขาจะรู้สึกว่าจะไม่อยากเรียนวิชานี้อีก เรียนไม่มีความสุข ปัญหานี้ครู ไม่ควรปล่อยให้ข้ามไป ครูต้องไม่สรุปว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมที่ดีอยู่แล้ว ครูต้องคิดใหม่โดย การทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีสักเท่าใดแล้วเริ่มสอนจากความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนก็

จะเข้าใจและจดจำเนื้อหาใหม่ได้ดีก็ต่อเมื่อเขาสามารถเชื่อมโยงใหม่เข้ากับความรู้เดิมของเขาได้ ถ้าครูใช้ความรู้เดิมช่วยขยายความรู้ใหม่ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางบวกและเกิด ความจำระยะยาวหรือ ความคงทนได้ดี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 25)

ชม ภูมิภาค (2516: 32-33) ได้กล่าวถึงลักษณะที่จะก่อให้เกิดความคงทนทางการ เรียนไว้ 3 ประการ ได้แก่

1) การเรียนมีคุณภาพสูงเท่าใด กล่าวคือ คุณภาพสูงมาก ๆ การลืมน้อย การเรียน ให้เข้าใจลึกซึ้งเรียนมากการความจำเป็น เกินความสมบูรณ์ (Overearning) จะช่วยให้ลืมน้อย จะช่วย ให้ความคงทนของการเรียนดี

2) การเปลี่ยนการปฏิบัติ (Distributed practice) คือ การแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ จะทำให้มี ความคงทนดีกว่าตะลุยตลอดเป็นเวลานาน ๆ (Massed practice)

3) การเรียนสิ่งที่มีความหมาย โดยสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนนั้นมีความสัมพันธ์กันจะทำให้ ความคงทนของการเรียนดีกว่าสิ่งที่ไม่มีความหมาย คือเป็นข้อความจริง ความรู้ใดที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ต้องพยายามให้ทุกอย่างมีความเกี่ยวพันกัน

วารินทร์ รัตมีพรหม (2532: 62) ได้ให้หลักการเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ คือ

1) หากได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนจำได้นานกว่าสิ่งที่ไร้ซึ่ง ความหมายต่อตัวผู้เรียนเอง

2) การเรียนรู้ที่จะเชื่อมโยงวัสดุหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องมากกว่า 2 อย่างขึ้นไป สามารถเกิดขึ้นได้ถ้านำวัสดุหรือเหตุการณ์นั้นไว้ต่อเนื่องกัน ซึ่งมากจากหลักความใกล้ชิด (Proximity) และหลักการต่อเนื่อง (Contiguity)

3) ความถี่ของสิ่งเร้า (Stimulus) การตอบสนองที่เกิดขึ้นเหมือนหรือคล้ายกันจะส่ง อิทธิพลต่อการเรียนรู้ตามกฎความถี่ของธอร์นไดค์ (Thorndike) การกระทำซ้ำ ๆ นั้นจะเกิด ประโยชน์ต่อความคงทนระยะสั้น ๆ แต่กระบวนการที่รวดเร็ว เช่น การใช้รหัส การถ่ายทอดเป็น อย่างดีจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความคงทนของข้อมูลความจำระยะยาว ดังนั้น ผู้ออกแบบสาร จำเป็นต้องออกแบบสารให้มีความหมายที่สามารถทำให้ผู้เรียนจดจำได้ดีขึ้น

4) การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับผลการเรียน ถ้าผลการเรียนนั้นให้ความชื่นชอบลดความตึง เครียด เป็นการให้รางวัลหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและคงทนมากขึ้น ตามกฎของธอร์นไดค์ (Thorndike) คือ กฎของความรู้สึกล (Law of Effect)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคงทนก็คือ ต้องเรียนอย่างมีคุณภาพ เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน เรียนให้เข้าใจ ฝึกปฏิบัติบ่อย ๆ ทบทวนความรู้เดิมเพื่อ เชื่อมโยงวัสดุกับเรื่องราวใหม่เพื่อให้เกิดความจำระยะยาวหรือความคงทน ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ก็จะใช้วิธีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนแล้วนำมาต่อยอดเพื่อเชื่อมโยงเป็นความรู้ใหม่เพื่อ ให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

4.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 13) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่มจัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือการเรียนรู้แบบค้นพบ

กิตติชัย สุชาติโนบล (2541: 33) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ว่า คือ กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึก ประสบการณ์ การรับรู้ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ความคิด และการกระทำเพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

สรุปได้ว่าวัฏจักรการเรียนรู้ คือ รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะค้นหาความรู้ด้วยตนเองมีใช้รับความรู้หรือประสบการณ์จากครูโดยใช้วิธีการต่าง ๆ อาจทำในรูปแบบเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ เป็นการกระตุ้นความคิด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

4.2 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

4.2.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

การเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของออสซูเบล (Ausubel) และเพียเจต์ (Piaget) (ลักขณา สรวิวัฒน์. 2557: 185) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 82) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้ตามแนว Constructivism เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมโดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเองเป็นทฤษฎีความรู้ที่ใช้อธิบายว่ารู้ได้อย่างไร รู้อะไรบ้าง คอนสตรัคติวิซึมจึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องการเรียนรู้และการเรียนรู้ซึ่ง สอดคล้องกับ นุชลี อุปภัย (2556: 167) และ สุจินต์ วิศวรธีรานนท์ (2544: 44) ได้กล่าวไว้ว่า ธรรมชาติของการเรียนรู้นั้นต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยภายในของผู้เรียน เช่น ความรู้เดิม มโนทัศน์ ความจำ โดยความรู้จะขยายกว้างขวางลึกซึ้งก็ต่อเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วอย่างมีความหมาย มีการศึกษาจนได้ภาพรวมเกี่ยวกับความเข้าใจแนวความคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และพบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมความเข้าใจของผู้เรียน แนวความคิดนี้มีรากฐานมาจากปรัชญา Constructivism ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

4.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ลักขณา สริวัฒน์ (2557: 185-186) ได้ให้หลักการสำคัญของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ประกอบด้วย

- 1) ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมโดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน
- 2) การเรียนรู้ตามแนว Constructivism โดยโครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง
- 3) ผู้เรียนจะแปลความหมายของข้อมูลเหล่านั้น โดยประสบการณ์ของตนและเสริมขยายและทดสอบการแปลความหมายด้วยตนเอง
- 4) การเรียนรู้เกิดจากการที่แต่ละบุคคลสร้างความรู้ขึ้นและทำให้สำเร็จโดยผ่านกระบวนการของความสมดุล คือ 1) การซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) คือ การดูดซับประสบการณ์ใหม่สู่ประสบการณ์เดิมแล้วปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ และ 2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการต่อเนื่องกล่าวคือ เมื่อมีการซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมแล้วปรับให้เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมแต่หากทำไม่ได้ก็จะทำการสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อรับประสบการณ์ใหม่นั้น

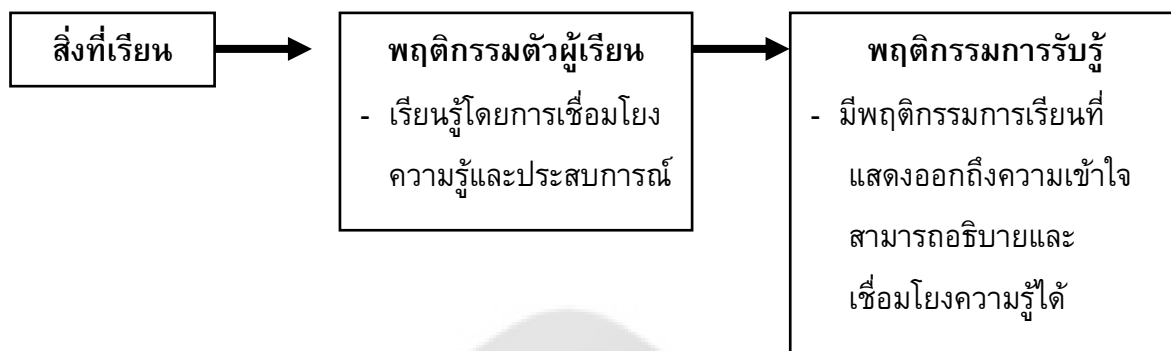
ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 82-83) ได้กล่าวถึง รากฐานแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ไว้ 2 ประเด็นโดยสรุป คือ

1) รากฐานทางปัญญาอธิบายว่าความรู้ เป็นผลมาจากความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ในการจัดการกับโลกแห่งประสบการณ์ของตนเอง (Von Glaserfeld, 1991) ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาปฏิบัตินิยม (pragmatism) ซึ่งเสนอโดย William James และ John Dewey โดยเห็นว่าความรู้คือความสามารถของรายบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และมีความสมเหตุสมผล ก่อให้เกิดการปฏิบัติและกระบวนการของการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงและมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่น ๆ ที่มีค่าสำหรับการดำเนินชีวิต และขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่

2) รากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ Jean Piaget เห็นว่าคนเราเรียนรู้ได้โดยกระบวนการสู่สภาวะสมดุล ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐาน คือ กระบวนการดูดซึมหรือซึมซาบ (assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม (ทิสนา แคมมณี. 2553: 90-91)

ออซุเบล (Ausubel) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน อ้างถึงใน พันท์ ทองชุมนุช (2547: 82-84) ได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) ก็คือ การเรียนรู้โดยมีการนำความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ หรือนำเอาความรู้ทั้งหมดมาเชื่อมโยงกันแล้วพยายามให้ความหมาย

ว่า ความรู้เหล่านั้นมีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไร ด้วยเหตุผลอะไร ก่อให้เกิดพฤติกรรม การเรียนรู้ที่แสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้เหล่านั้นได้อย่างลึกซึ้ง สามารถแสดงแผนภาพวิธีการ เรียนรู้ที่มีความหมาย ภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 3 การเรียนรู้ที่มีความหมาย ที่มา พันท์ ทองชุมนุญ (2547: 83)

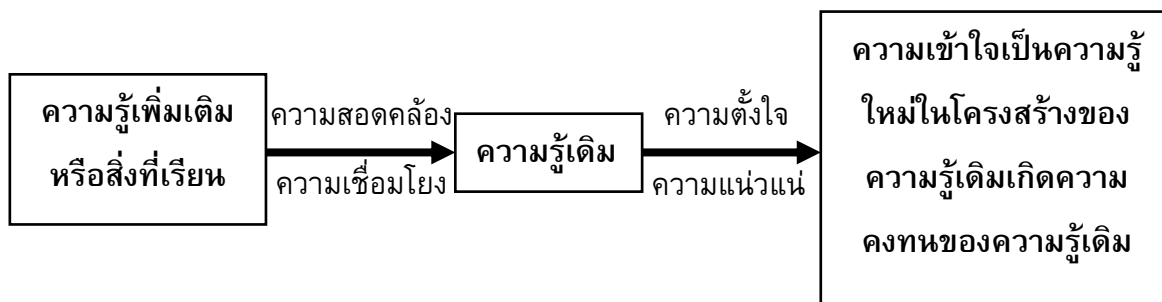
การเรียนรู้ที่มีความหมายที่ออสซูเบลกล่าวถึงนี้เป็นวิธีการเรียนที่ออสซูเบลเห็นว่าเป็น การเรียนที่ก่อให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ และออสซูเบล ยังได้กล่าวอีกว่า วิธีการสอนเพื่อ ให้เกิดความรู้อย่างมีความหมายหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ คือ

1. ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนต้องมีความหมายเชิงเหตุและผลที่ต่อเนื่องกับ ความรู้ใหม่

2. โครงสร้างของความรู้เดิมของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

3. ตัวนักเรียนต้องมีความปรารถนาและมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมาย เพราะหากไม่ มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมายแล้ว การเรียนรู้จะกลายเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำไป

แนวคิดนี้ยังชี้ให้เห็นถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้รับ เนื้อหาสาระอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อพัฒนาให้โครงสร้างของความรู้ (Cognitive Structures) ของนักเรียนมีความแข็งแกร่ง ชัดเจน และครอบคลุมมากขึ้น โดยเริ่มจากการให้ ความหมายของมโนมิตที่กว้างที่สุดไปยังมโนมิตที่แคบลงอย่างเป็นลำดับและต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เก่าหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดความเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ทั้งในความสัมพันธ์ เหตุและผล ซึ่งสามารถเขียนแสดงเป็นแผนภาพ ของความสัมพันธ์ ภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 4 การเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ตามแนวคิดการเรียนรู้
อย่างมีความหมายของออสซูเบล ที่มา พันธุ์ ทองชุมนุญ (2547: 83)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแนวคิดของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้นก็คือ ความรู้ไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่ผู้เรียนได้ แต่จะถูกสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ที่สัมผัสกับโลกภายนอกซึ่งก็คือประสบการณ์ใหม่อย่างเป็นเหตุเป็นผล เกิดเป็นความรู้แนวคิดหรือประสบการณ์ใหม่ขึ้น และจะทำให้ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นนั้นความมั่นคงหรือก่อให้เกิดความคงทนของความรู้

4.2.3 การนำทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism ไปใช้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนตามแนว Constructivism ครูจะมีบทบาทต่างไปจากเดิม ทิศนา ขัมมณี (2553: 95) คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือการเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูคือต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดกับผู้เรียน ให้คำปรึกษาดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ลักขณา สิริวัฒน์ (2557: 186-187) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนว ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่าประกอบด้วย

- 1) เริ่มจากประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนมีความสนใจ เพราะเป็นการสร้างแรงจูงใจเบื้องต้นในการเรียนรู้
- 2) การทบทวนความรู้เดิม เพื่อจะได้วางกลไกหรือสร้างยุทธศาสตร์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดการถ่ายโอน (Transfer) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)
- 3) การแสวงหาหนทางหรือทางเลือกด้วยกระบวนการรู้คิด (Cognition) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนใช้ข้อมูลพื้นฐานของตนเองมาไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ ประเมินเพื่อคลี่คลายไปสู่ความกระจ่างแจ้งในประเด็นปัญหา (Accommodation)

จากกระบวนการดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ที่เข้มข้นอย่างสมจริงจากประสบการณ์ที่หลากหลายจนเกิดองค์ความรู้ โดยทั้ง 3 ขั้นนี้จะนำไปสู่การเกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) และก่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ลึกซึ้งและตรึงแน่นอยู่ในความทรงจำตลอดไป

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558: 139-141) ได้สรุปแนวทางการสอนตามแนวทฤษฎี Constructivism ว่าควรมีแนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (Guided inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนดำเนินการเป็นส่วนใหญ่ กำหนดปัญหา วางแผน เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนดไว้

แนวทางที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ (Free inquiry) เป็นวิธีการเรียนการสอนด้วยเทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลายผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผน ดำเนินการ ทดลอง สรุปผลด้วยตนเอง ผู้เรียนมีอิสระตามความสนใจ

แนวทางที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้แบบกึ่งชี้แนะหรือแบบประยุกต์ (Less guided inquiry or modified inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการ 2 แนวทางแรกเข้าไว้ด้วยกัน ผู้สอนกำหนดปัญหา ตั้งคำถามกับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวทางวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองอาจเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล

จากที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวการสอนตามแนว Constructivism นั้นครูจะเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการเรียนรู้ ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดกับผู้เรียน ให้คำปรึกษา ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ควรใช้คำถามและความคิดเห็นของผู้เรียนในการวางแผนการสอน ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของผู้เรียน ให้ผู้เรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด และมีการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกัน มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียนปรับแต่งความคิดเห็นของผู้เรียนและโยงความคิดเดิมให้สัมพันธ์กับโครงสร้างของความคิดใหม่ ให้เวลาผู้เรียนในการคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด และผู้สอนควรใช้วิธีการสอนแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นวิธีที่มีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งความรู้เดิมนั้นจะมีส่วนสำคัญในการสร้างความคงทนของความรู้และการแก้ปัญหาดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

4.3 ความเป็นมาของวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ของเด็กจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัยของเด็กสติปัญญาและความคิดจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเมื่อคนเรามีการสัมผัสประสบการณ์ต่างๆ จากการปฏิสัมพันธ์

กันสิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางสมองจะจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ถ้าโครงสร้างสมองสามารถปรับให้เข้ากับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้ก็จะเกิดความสมดุล ในการปรับตัวเพื่อให้เกิดความสมดุลนั้นมี 2 ขั้นตอนได้แก่ การดูดซับประสบการณ์ใหม่เข้าไป (Assimilation) และการปรับขยายกรอบโครงสร้างความรู้เดิมเพื่อให้สอดคล้องและรับกับความคิดใหม่เข้าไป (Accommodation)

คาร์พลัสและเทียร์ (Lawson 2001: Abstract; & Karplus 1977: 169) ได้พัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ขึ้นในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science curriculum improvement study program หรือ SCIS) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Exploration) และขั้นค้นพบ (Discovery) แต่ใน 2 ขั้นตอนหลัง คือ ขั้นสร้างและขั้นค้นพบนั้นครูส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจอย่างลึกซึ้งนัก เป็นเหตุผลให้ต่อมา บาร์แมนและกาตาร์ (Barman and Kotar 1989: 29-32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์โนทัศน์ (Concept application) จากนั้นนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำโนทัศน์ให้เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term introduction) โดยให้เหตุผลว่าครูจะได้สามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับผู้เรียน แต่ไม่ใช้การแนะนำโนทัศน์ให้แก่ผู้เรียนเพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง (Hewson. 1988: 595) ต่อมาก็มีผู้เปลี่ยนชื่อขั้นที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย อะบรูสคาโต (Abruscoto. 1996: 169) ได้เปลี่ยนเป็นขั้นการได้มาซึ่งโนทัศน์ (Concept acquisition) นอกจากนี้ คาริน (Carin. 1993: 98-99) ได้เปลี่ยนชื่อเป็นขั้น การสร้างมโนทัศน์ (Concept formation) จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ขั้นนั้น มีเพียงขั้นที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่รายละเอียดคล้ายคลึงกัน

ต่อมา ค.ศ. 1992 บาร์แมน (Barman. 1992: 59-63) ได้พัฒนาวัฏจักรเรียนรู้จาก 3 ขั้นตอนเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration phase) 2) ขั้นแนะนำโนทัศน์ (Concept introduction phase) 3) ขั้นประยุกต์ใช้โนทัศน์ (Concept application phase) และ 4) ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and discussion phase) ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เปลี่ยนชื่อเป็น 4E (Barman and Kotar 1989: 30-32) และเปลี่ยนชื่อบางขั้น คือ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration phase) 2) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) 3) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion phase) และ 4) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ในปีนี้เองได้มีโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological science curriculum studies หรือ BSCS) โดยมีการเสนอขั้นตอนการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน หรือเรียกย่อ ๆ 5E (5E Learning Cycle) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

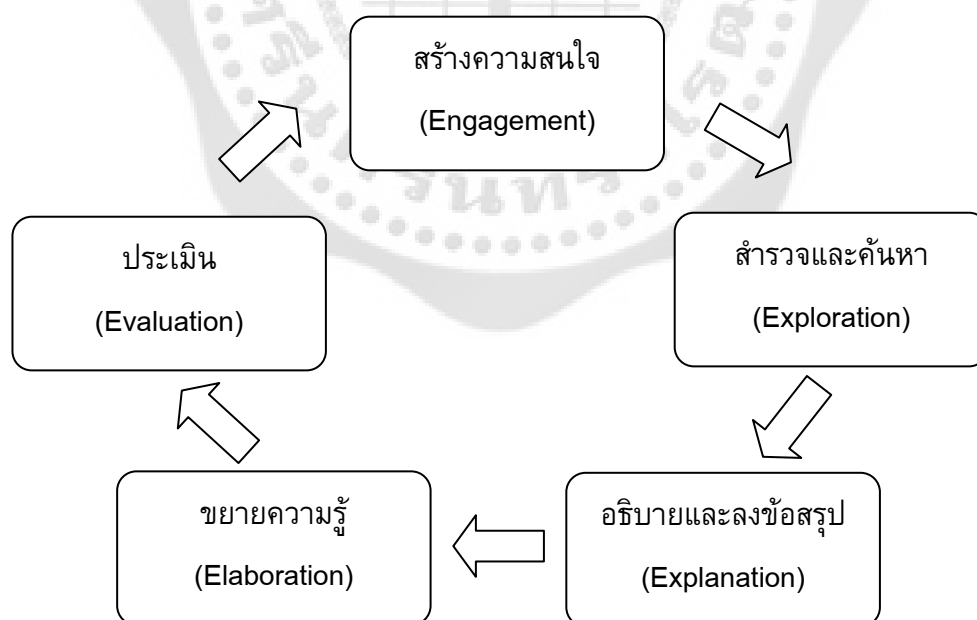
1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการแนะนำบทเรียนกระตุ้นให้เกิดความสนใจโดยการซักถามอาจเริ่มจากความสนใจในตนเองหรือความสนใจของกลุ่มเป็นตัวกระตุ้น ทบทวนความรู้เดิม การสำรวจ หรือทดลอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน ผู้สอนกระตุ้นให้เกิดความรู้ใหม่ จากการอภิปรายร่วมกันจนผู้เรียนเกิดปัญหา และออกแบบการศึกษาด้วยตนเอง มีการกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางเลือกที่สามารถเป็นไปได้ อาจทำได้หลายวิธี เช่น การสำรวจ การทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพียงพอที่จะใช้ในการวิจัยต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาเสนอวิเคราะห์ แปลผล อภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปผลของการสำรวจ ค้นหา เสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการอธิบายเพิ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมตลอดจนมองเห็นประโยชน์ การนำไปใช้ ผู้เรียนอาจทำได้โดยการสืบค้นเพิ่มเติมและนำมาเสนอ อีกนัยหนึ่งคือ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

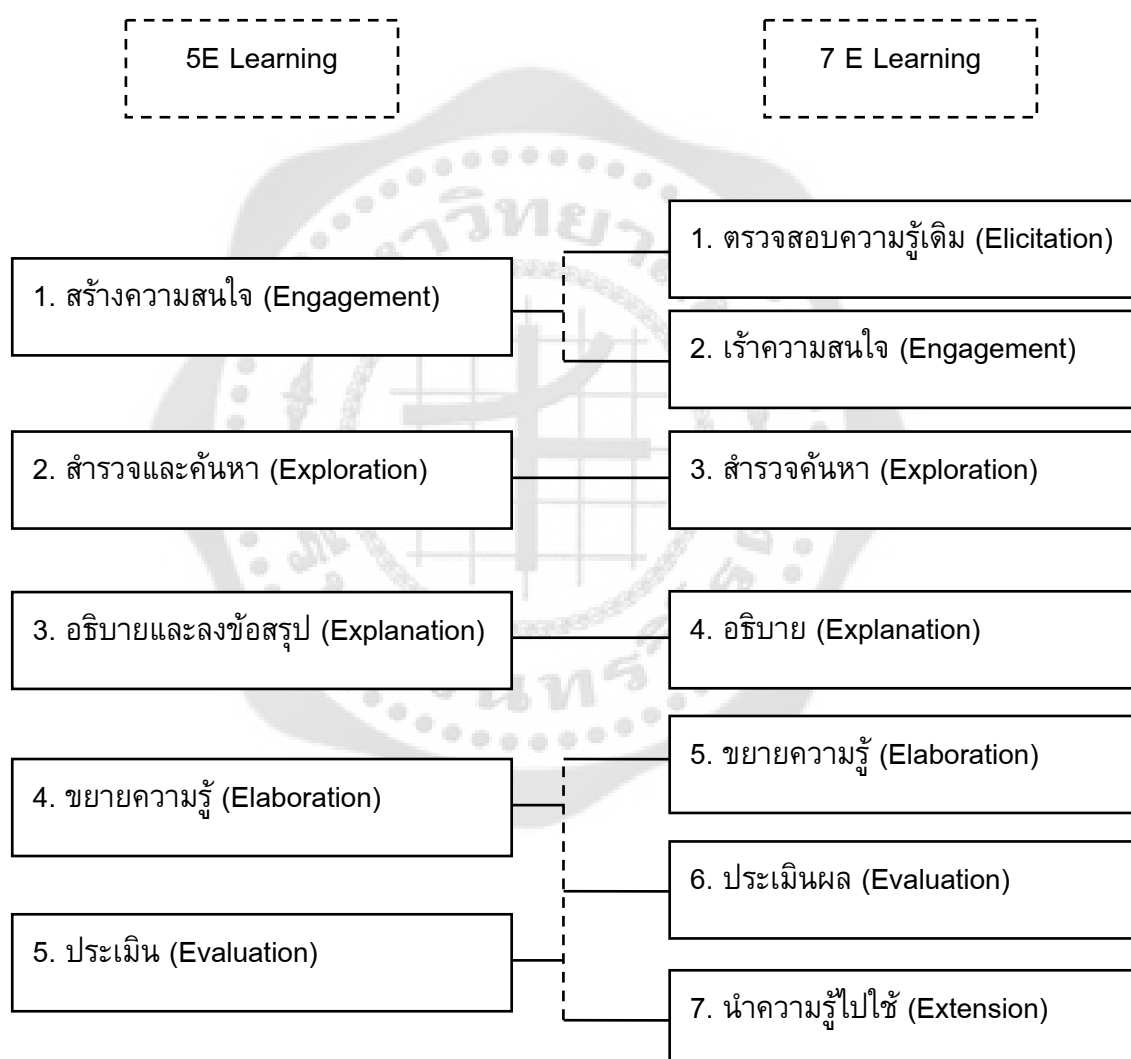
5) ขั้นประเมิน (Evaluation phase) เป็นการตรวจสอบแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้ว โดยการอภิปราย ยกตัวอย่างการนำหลักการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ (สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์และคณะอื่น ๆ. 2549: 4-5; พิมพันธ์ เตชะคุปต์; และพะเยาว์ ยินดีสุข. 2552: 33)



ภาพประกอบ 5 วัฏจักรการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สมบัติ การจนารักษ์พงศ์และคณะ. 2549: 6

จากนั้นในปี ค.ศ.2003 ไอเซนกราฟท์ (Eisenkraft. 2003: 57-59) ได้ขยายรูปแบบการสอนจาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอนเน้นไปที่การถ่ายโอนความรู้ให้มีความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน โดยการเพิ่มขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) เข้าไปเป็นขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบความรู้เดิมนี้จะให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนหลัง และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เข้าไปเป็นขั้นตอนที่ 7 เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย การขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็น 7E ดังรูป



ภาพประกอบ 6 การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E

ที่มา: Eisenkraft. 2003: 57

จากที่กล่าวมาแล้วแสดงถึงความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นั้นมีมายาวนานโดยเริ่มจากแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจตต์ 2 ขั้น คือ การดูดซับประสบการณ์ใหม่เข้าไป (Assimilation) และการปรับขยายกรอบโครงสร้างความรู้เดิม เพื่อให้สอดคล้องและรับกับความคิดใหม่เข้าไป (Accommodation) จากนั้นก็มีนักการศึกษาหลายท่านพยายามเสนอขั้นตอน ปรับปรุงวัฏจักรการเรียนรู้เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและการนำไปใช้ของครู เป็น 3 ขั้น 4 ขั้น 5 ขั้น และ 7 ขั้น ตามลำดับ โดย การจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ได้เน้นไปที่การตรวจสอบความรู้เดิมและขั้นนำความรู้ไปใช้



ตาราง 1 แสดงพัฒนาการของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ได้จากการศึกษาของผู้วิจัย

วัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น	วัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น	วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ผู้พัฒนาระยะแรก คือ คาร์พลัสและเทียร์ ผู้ปรับปรุงระยะที่สอง คือ บาร์แมนและกาตาร์ ผู้เปลี่ยนชื่อขั้นที่ 2 อะบรูสคาโตและคาริน	ผู้พัฒนาจาก 3 ขั้น เป็น 4 ขั้น คือ บาร์แมน ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ เปลี่ยนชื่อเป็น 4E	ผู้พัฒนาจาก 4 ขั้น เป็น 5 ขั้น คือ คณะผู้ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS)	ผู้พัฒนาจาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น คือ ไอเซนกราฟท์
มีขั้นตอน ดังนี้	มีขั้นตอน ดังนี้	มีขั้นตอน ดังนี้	มีขั้นตอน ดังนี้
1. ขั้นสำรวจ 2. ขั้นแนะนำคำสำคัญหรือขั้นได้มา ซึ่งมโนทัศน์หรือขั้นสร้างมโนทัศน์ 3. ขั้นประยุกต์มโนทัศน์	1. ขั้นสำรวจ 2. ขั้นอธิบาย 3. ขั้นขยายมโนทัศน์ 4. ขั้นประเมินผล	1. ขั้นการสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมิน	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นสร้างความสนใจ 3. ขั้นสำรวจค้นหา 4. ขั้นอธิบาย 5. ขั้นขยายความรู้ 6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

4.4 รูปแบบของวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแนวคิดของ Eisenkraft (ประสาธ เนืองเฉลิม. 2558: 148-150) มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมคำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาเกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนไปแล้ว ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามยั่วให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นน่าสนใจ อาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้มาก่อน ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยเสนอประเด็นสำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้ผู้เรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบสมมติฐานทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ หรืออื่น ๆ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปเพื่ออภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานแต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สรุป การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจเป็นเรื่องทั่วไป หรือข้อค้นพบก็ได้ ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมเป็นอย่างไร เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน โดยเรื่องที่นำเสนออาจเป็นเรื่องประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันก็ได้ หรืออาจได้ประเด็นที่ต้องการจากสื่อที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ หน้าที่ของผู้สอนคือกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียนแต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบแล้วแต่ประเด็นปัญหา เช่น การทดลอง การสำรวจ การค้นคว้าข้อมูล ผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาจนได้มาซึ่งข้อมูล ก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น บรรยาย สร้างตาราง กราฟ ภาพวาด หรืออื่น ๆ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลองผู้เรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ขึ้น

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration) หลังจากได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้มาแล้ว ก็เป็นการนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม อาจนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกัน เป็นการขยายกรอบแนวคิดของตนเองหน้าที่ของผู้สอนคือควรตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด การประเมินจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ขึ้นได้ ผู้สอนควรให้โอกาสตรวจสอบกันเองระหว่างผู้เรียนด้วย

ขั้นที่ 7 ขนึ้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมรวมไปถึงส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ อันจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นกับตัวของผู้เรียน นำความรู้ที่ได้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สาระสำคัญโดยรวมของทั้ง 7 ขั้นตอน คือ จะเน้นไปที่การถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับความรู้เดิม หากครูทำการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก็จะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมเป็นอย่างไรสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ทราบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนหลัง ความรู้เดิมของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ได้อย่างมั่นคงเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดเกิดความคงทนทางการเรียนรู้ อีกทั้งความรู้เดิมยังช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา จุดเน้นอีกประการก็คือ เน้นให้ผู้เรียนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างและประเมินคำอธิบาย เปิดโอกาสซักถามและตรวจสอบหลักฐานสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

สุนิรัตน์ สอนบาล (2555: 185-194) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพรเจริญวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ผลโดยใช้ Hotelling's T^2 (Dependent samples) และ Hotelling's T^2 (Independent samples) ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่แบบอริยสัจ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีสอนแตกต่างกันทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรงค์ษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) ได้ศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบ่อทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 90 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ผลโดยใช้ t-test ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน โดย ความสามารถในการการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขุนทอง คล้ายทอง (2554: 100-104) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบแผนการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา เคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา เคมี 1 และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขวัญตา แสงผล (2557: 10-24) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีราชินูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาและแบบวัดเจตคติต่อการเรียน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุภาพร ไพรสนธ์. (2555: 65-71) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TAI และแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 62 คน โรงเรียนบ้านค้อ จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ TAI และ แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ t-test แบบ Independent ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยกลุ่มร่วมมือแบบ TAI พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยกลุ่มร่วมมือแบบ TAI มีความคงทนทางการเรียนรู้

ธัญญรัตน์ สุภษร. (2555: 46-52) ได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรชนชั้นและชาติุทกัมมันตรังสีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่ม จำนวน 38 คน โรงเรียนนาแห้ววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรชนชั้นและชาติุทกัมมันตรังสี แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ Dependent ตรวจสอบความคงทนหลังจากเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ชาติุทรชนชั้นและชาติุทกัมมันตรังสีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนความคงทนทางการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชุมพล ผิวงาม. (2553: 130-142) ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่มมีการวัดซ้ำ เพื่อตรวจสอบความคงทนของการเรียนรู้ในเนื้อหา “การออกแบบการวัดตัวแปรและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการวิจัยของครู” โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของนิสิตหลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต : กรณีศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 45 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินเทอร์เน็ตและแบบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Repeated Measure Design ตรวจสอบความคงทนหลังจากเรียนผ่านไปแล้ว 3 สัปดาห์ สถิติทดสอบ t-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามช่วงเวลาการทดสอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน หลังเรียนและติดตามผลสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กูราบูซ; ทูร์กูท; & ซาลาร์ (Gurbuz; Turgut; & Salar. 2013: 91-95) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งมีฐานคิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 45 คน ศึกษาอยู่ระหว่างปี 2011-2012 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมจำนวน 24 คน ใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนตามคู่มือครู จำนวน 21 คน ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 40 นาที ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที หลังจากนั้น 4 สัปดาห์ก็ทำการวัดซ้ำอีกครั้งเพื่อตรวจสอบวัดความคงทนทางเรียน พบว่า เมื่อวิเคราะห์ผลด้วย t-test กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามคู่มือครูมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนทันทีและคะแนนหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบความคงทนทางการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีความคงทนทางการเรียนรู้โดยคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีเท่ากับ 79.33 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์เท่ากับ 74.33 คะแนน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.09$) ส่วนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามคู่มือครูไม่มีความคงทนทางการเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีและคะแนนหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์เท่ากับ 68.57 และ 59.24 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เหวิน ฟาง หยู; ชี ยี่ ฉี; & หยู เหมย ลี (Wen, Feng Yu; Hsiao, Ching She; & Yu, Mei Lee. 2010: 187-199) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยศึกษา 2 รูปแบบโดยรูปแบบที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับวิธีการสอนผ่านเว็บ (Web baesd) และกลุ่มที่ไม่ได้รับวิธีการสอนผ่านเว็บ (Web baesd) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 โรงเรียนมัธยมในภาคเหนือของประเทศไต้หวันจำนวน 165 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 78 คน และ กลุ่มทดลอง 78 คนเป็นวิจัยกึ่งทดลองโดยกลุ่มทดลองใช้เวลาเรียนผ่านเว็บ (Web baesd) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนแบบปกติในเนื้อหา

เดียวกันระยะเวลาเท่ากัน ทำการวัดทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนและวัดความคงทนทางการเรียนรู้โดยมีคะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม ทำการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม MANCOVA ผลการทดสอบก่อนการใช้คะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วมพบว่า กลุ่มที่เรียนผ่านเว็บ (Web baesd) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและคะแนนความ คงทนทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนผ่านเว็บ (Web baesd) เมื่อพิจารณาโดยนำคะแนนก่อน เรียนมาเป็นตัวแปรร่วมพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าวิธีสอนที่แตกต่างกันไม่มีผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง สองกลุ่มแตกต่างกัน ส่วนการวัดทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มที่เรียนผ่านเว็บ (Web baesd) พบว่ามี คะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนและคะแนนความคงทนทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียน ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาต่ำกว่ากลุ่มที่ตามปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนหลังเรียนและคะแนนความคงทนทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนผ่านเว็บ (Web baesd) ไม่แตกต่างกัน ส่วนรูปแบบที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีผลคะแนนกลางสอบ กลางภาคอยู่ในระดับสูงและกลุ่มที่มีคะแนนกลางสอบกลางภาคอยู่ในระดับต่ำ เป็นการแบ่งกลุ่มโดย ใช้คะแนนสอบกลางภาค โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลคะแนนสอบสูงจำนวน 104 คน และกลุ่มที่มีผล คะแนนสอบต่ำจำนวน 52 คน โดยผลการทดสอบพบว่ากลุ่มที่มีผลคะแนนสอบสูงมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน หลังเรียนและคะแนนความคงทนทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีผล คะแนนสอบต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อพิจารณาคะแนนความแตกต่างระหว่าง คะแนนหลังเรียนและคะแนนความคงทนของทั้งสองกลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ แสดงว่าหากแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนพบว่านักเรียนมีความคงทนทางการ เรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ส่วนการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาพบว่ากลุ่มที่มีผลคะแนนสอบสูงมีคะแนนทักษะ การแก้ปัญหาหลังเรียนและคะแนนความคงทนทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนตามปกติอย่าง มีนัยสำคัญที่ .01ต่ำกว่ากลุ่มที่มีผลคะแนนสอบต่ำ

บาลิม (Balim. 2013: 337-352) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคแผนผังความคิดที่มีผล ต่อทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียน การศึกษาดำเนินไปในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบแผนการทดลอง คือ วัดก่อนและหลังทดลองโดยมีกลุ่มควบคุม ในการศึกษาครั้งนี้คัดเลือกนักเรียนเกรด 7 จำนวน 64 คน (ชาย 33 คน และ หญิง 31 คน) ในช่วงปี 2010-2011 ศึกษาใน Izmir ประเทศตุรกี แบ่งเป็นกลุ่ม ทดลอง 32 คน และ กลุ่มควบคุม 32 คน เรียนสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทดสอบโดย ใช้แบบทดสอบ เรื่อง มนุษย์และสิ่งแวดล้อมจำนวน 30 ข้อ หลังทำการทดลองแล้วทำการทดสอบ ด้วย t-test ANCOVA และ One-way ANOVA ผลการทดสอบพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกันกับผลการทดสอบคะแนนทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก็ให้ผลไปในทางเดียวกัน

เมื่อพิจารณาความแตกต่างภายในกลุ่มพบว่า คะแนนทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นคะแนนทักษะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ผลการวัดความคงทนทางการเรียน พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความคงทนทางการเรียน 15.09 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนน 7.63 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

แกมบารี; และคนอื่นๆ (Gambari; et al. 2014: 78-91) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยการสอนด้วยวิดีโอมีเดีย และใช้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 120 คน เป็นนักเรียนชาย 60 คนและนักเรียนหญิง 60 คน ที่เรียนอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ประเทศไนจีเรีย เป็นการสุ่มเพื่อเข้าสู่กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่ม (วิดีโอมีเดีย + บรรยาย; วิดีโอมีเดีย + ข้อความบนหน้าจอ; วิดีโอมีเดีย + บรรยาย + ข้อความบนหน้าจอ และกลุ่มที่ไม่ได้รับวิดีโอมีเดียเป็นกลุ่มควบคุม) ทำการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนและวัดความคงทนทางการเรียนเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบจำนวน 50 ข้อ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันทีของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มหลังจากได้รับการปรับอิทธิพลจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้ง 3 กลุ่มนั้นมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีใช้วิดีโอมีเดีย + บรรยาย + ข้อความบนหน้าจอ รองลงมา คือ วิดีโอมีเดีย + บรรยาย รองลงมา คือ วิดีโอมีเดีย + ข้อความบนหน้าจอ และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับวิดีโอมีเดีย (73.73, 73.33, 69.40 และ 42.93 ตามลำดับ) จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ก็ทำการวัดความคงทนทางการเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์หลังจากได้รับการปรับอิทธิพลจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1, 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนกลุ่มที่ 1, 3 และ กลุ่มที่ 2, 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้ง 3 กลุ่มนั้นมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีวิดีโอมีเดีย + บรรยาย + ข้อความบนหน้าจอ รองลงมา คือ วิดีโอมีเดีย + ข้อความบนหน้าจอ รองลงมา คือ วิดีโอมีเดีย + บรรยาย และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับวิดีโอมีเดีย (57.67, 52.87, 51.27 และ 42.60 ตามลำดับ) ความคงทนทางการเรียนพิจารณาจากความแตกต่างของคะแนนการทดสอบหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนลดลงน้อยที่สุด นั่นคือ มีความคงทนสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่เรียนโดยกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีใช้วิดีโอมีเดีย + บรรยาย + ข้อความบนหน้าจอ รองลงมา คือ วิดีโอมีเดีย + ข้อความบนหน้าจอ และ วิดีโอมีเดีย + บรรยาย ตามลำดับ

แอลงโกแวน; & อิสเมล (Elangovan; & Ismail. 2014: online) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่เรียนโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เสมือนจริงและแบบปกติ กลุ่มตัวเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง วัฏจักรเซลล์ จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 2 ห้อง ในกรุงเประ ประเทศมาเลเซีย โดยสุ่มมาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียนจำนวน 68 คน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนจำนวน 68 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 136 คน ทำการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและทดสอบความคงทนทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์ ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เสมือนจริงและแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการเรียนหลังเรียนทันทีที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 จากนั้นทดสอบด้วย ANCOVA โดยใช้คะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ผลการทดสอบความคงทนทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และทั้งสองกลุ่มมีคะแนนหลังเรียนผ่านไป 3 สัปดาห์ลดลงเล็กน้อยจากคะแนนหลังเรียนทันที

โกว เจน หวัง; ชุน หมิง เอ็ง; & เนียน ชาง เซิน (Gwo, Jen Hwang, Chun, Ming Hung, Nian, Shing Chen. 2014: online) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้เกมที่พัฒนาโดยเพียร์และเกมดิจิทัล ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประเทศไต้หวันจำนวน 167 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 82 คน กลุ่มควบคุม 85 คน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองนี้ได้ใช้คะแนนก่อนเรียนของทั้ง 3 ตัวแปรเป็นตัวแปรร่วม พบว่า ให้ผลเป็นไปในแนวเดียวกันทั้ง 3 ตัวแปร คือ ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ทั้ง 3 ตัวแปร

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่างานวิจัยที่พบ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น กลุ่มที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตัวแปรตามเป็น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา ความคงทนทางการเรียนรู้ รวมถึงการคิดแบบต่าง ๆ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละวิธีสอน สถิติ t-test แบบ Dependent และเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างวิธีสอนที่แตกต่างกันทั้ง 2 วิธี โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย สถิติ t-test แบบ Independent ศึกษาความคงทนทางการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไป 2-4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

การเรียนรู้ 7 ชั้น มีความคงทนทางการเรียนรู้ ส่วนการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันนั้น พบว่ามีทั้งที่แตกต่างและไม่แตกต่างกัน ที่น่าสังเกตคือ ยังไม่มีงานวิจัยใดที่กล่าวถึง ความรู้เดิมของนักเรียน ผู้วิจัยจึงจะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนทางการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และแบบปกติ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 10 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 314 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) และมีความสมัครใจเข้าร่วมในกระบวนการทดลอง เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาศึกษาและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องจึงต้องได้รับความยินยอมสมัครใจจากฝ่ายบริหารของสถานศึกษา ครูผู้สอนประจำวิชาและนักเรียนทำให้ได้โรงเรียนทั้ง 2 แห่ง คือ โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา โดยมีนักเรียนทั้งสิ้น 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 34 คน และกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน ผ่านตามเกณฑ์ขั้นต่ำจากการกำหนดขนาดอิทธิพลด้วยโปรแกรม G*Power เวอร์ชัน 3.0.10 โดยใช้ค่าจากงานวิจัยของ จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) ซึ่งศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับผู้วิจัย ได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.76 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำอย่างน้อย 30 คน

1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตโดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วย 6 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 น้ำและแร่ธาตุ
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คาร์โบไฮเดรต
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โปรตีน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ลิพิด
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กรดนิวคลีอิก
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 วิตามิน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตจำนวน 6 แผน ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง น้ำและแร่ธาตุ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โปรตีน
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ลิพิด
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กรดนิวคลีอิก
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง วิตามิน

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ชั้น เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตจำนวน 6 แผน ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง น้ำและแร่ธาตุ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โปรตีน
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ลิพิด
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กรดนิวคลีอิก
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง วิตามิน

2.2 แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ของวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยาผู้เรียนเรียนมาแล้วตอนมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น หน่วยของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรม ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมระบบต่าง ๆ ของร่างกายของผู้เรียน เป็น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบความรู้ของผู้เรียนหลัง เรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต วัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คลอเฟเฟอร์ (Kolper.1971: 574-580; อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2545:110-113) เป็น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.4 แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา ซึ่งสร้างตามแนวคิดของบรูเนอร์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555: 71) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งที่เรากำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
 2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึง ประสบการณ์เดิม
 3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
 4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ซึ่งเป็นการตัดสินใจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับ ปัญหานั้นๆ
- โดยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ของผู้เรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เป็น แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ดำเนินการดังนี้

3.1.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง พ.ศ. 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโดย ศึกษาขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1.1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ งานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิธี สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

3.1.1.3 ศึกษาเนื้อหาที่จะใช้สอน โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ใน สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วยย่อยได้แก่ น้ำ แร่ธาตุคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิกและวิตามิน

3.1.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้วิธี สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทั้งหมด 6 แผน ขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด
- 2) สาระสำคัญ
- 3) สาระการเรียนรู้
- 4) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 6) ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 7) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
 - ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation)
 - ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation)
 - ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)
- 8) สื่อ / แหล่งการเรียนรู้
- 9) การวัดและประเมินผล
- 10) บันทึกหลังการสอน

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2		กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง คาร์โบไฮเดรต		รหัสวิชา ว30241 รายวิชา ชีววิทยา	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2558 เวลา 100 นาที
หลักการ	การเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น		
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจเป็นเรื่องทั่วไป หรือข้อค้นพบก็ได้ ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าคุณเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมเป็นอย่างไร เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป	1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ คาร์โบไฮเดรต ว่ามีกี่ชนิด ประกอบด้วยอะไรบ้าง 1.3 ครูประเมินระดับความรู้เดิม เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ของนักเรียนจากการร่วม อภิปรายข้างต้น		

หลักการ	การเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน โดยเรื่องที่นำเสนออาจเป็นเรื่องประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันก็ได้ หรืออาจได้ประเด็นที่ต้องการจากสื่อที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ หน้าที่ของผู้สอนคือกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียนแต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำหนด	2.1 ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า คาร์โบไฮเดรตเป็นสารที่มีความสำคัญกับร่างกายเพราะเป็นสารที่ให้พลังงาน 2.2 ครูตั้งคำถามว่าในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งชีวิตมนุษย์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องอย่างไรกับ คาร์โบไฮเดรตบ้างเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดตอบคำถาม 2.3 จากการตอบคำถามของนักเรียน ครูตั้งคำถามต่อว่า นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญอย่างไร มีโครงสร้างและหน้าที่การทำงานอย่างไร หากขาดคาร์โบไฮเดรตจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตหรือไม่อย่างไร
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบแล้วแต่ประเด็นปัญหา เช่น การทดลอง การสำรวจ การค้นคว้าข้อมูล ผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลด้วยตนเอง	3.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน โดยแต่ละเพศและความสามารถ แจ้งให้นักเรียนทราบก่อนการปฏิบัติกิจกรรม 3.2 ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการหาคำตอบ โดยให้นักเรียนศึกษากิจกรรมใบความรู้และใบงาน เพื่อรับทราบถึงสิ่งที่ต้องการจะศึกษาและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ 3.3 ครูให้เวลานักเรียนในการคิดหาคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันค้นหาคำตอบจาก ใบงาน หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 1 รวมถึงสื่ออื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ 3.4 ให้นักเรียนปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

หลักการ	การเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการตรวจสอบสมมุติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาจนได้มาซึ่งข้อมูลก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น บรรยาย สร้างตาราง กราฟ ภาพวาด หรืออื่น ๆ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง ผู้เรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ขึ้น	4.1 ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดและนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล 4.2 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปหน้าห้องเรียน 4.3 สมาชิกภายในห้องเรียนร่วมกันอภิปรายผลการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นที่นำเสนอว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ 4.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป เรื่อง ความสำคัญ โครงสร้าง หน้าที่การทำงาน และผลของการขาดคาร์โบไฮเดรต
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หลังจากได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้มาแล้วก็เป็น การนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม อาจนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกัน เป็นการขยายกรอบแนวคิดของตนเองหน้าที่ของผู้สอนคือควรตั้งประเด็นเพื่อ อภิปรายเพิ่มเติม	ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้รับ และความรู้เดิม ให้สัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผล ถูกต้อง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและอภิปรายว่า จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด การประเมินจะช่วยให้ผู้เรียนได้มี โอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ขึ้นได้ ผู้สอนควรให้โอกาสตรวจสอบกันเองระหว่างผู้เรียนด้วย	6.1 นักเรียนศึกษาไปความรู้เพิ่มเติมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม 6.2 ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจ 6.3 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกเกี่ยวกับ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ได้ถูกต้อง

หลักการ	การเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ขั้นที่ 7 ขั้่นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมรวมไปถึงส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อันจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นกับตัวของผู้เรียน นำความรู้ที่ได้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้	เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ คาร์โบไฮเดรตเรียบร้อยแล้ว ครูให้คำถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งและเพื่อให้ นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง นักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้ร่างกายเกิดความสมดุล

3.1.1.5 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

3.1.1.6 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา จำนวน 5 ท่าน ทุกท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาและการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 ท่าน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยศิลปากร 1 ท่าน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 1 ท่าน อีกสองท่านเป็นคุณครูสอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลเพื่อหาค่าความเที่ยงตรง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 มีประเด็นที่ต้องแก้ไข ได้แก่ คำผิด รูปแบบการจัดหน้ากระดาษ การฉีกคำ ส่วนของความเหมาะสมของแบบฝึกหัดให้เหมาะสมกับเวลาและระดับของนักเรียน

3.1.1.7 ทดลองสอนกับนักเรียน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เพื่อหาข้อบกพร่อง จากการนำแผนไปทดลองใช้ พบว่าควรปรับปรุงเรื่องข้อความในการการสื่อความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน ปรับระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนให้กระชับขึ้น แล้วนำมาปรับแก้ไขจนเป็นแผนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3.1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการดังนี้

3.1.2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง พ.ศ. 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโดยศึกษาขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1.2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ งานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์

3.1.2.3 ศึกษาเนื้อหาที่จะใช้สอน โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วยย่อยได้แก่ น้ำ แร่ธาตุคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิกและวิตามิน

3.1.2.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยประกอบไปด้วย ชั้นนำ ชั้นสอน ชั้นสรุป ทั้งหมด 6 แผน ขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างมีดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด
- 2) สาระสำคัญ
- 3) สาระการเรียนรู้
- 4) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 6) ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 7) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - ชั้นที่ 1 ชั้นนำ
 - ชั้นที่ 2 ชั้นสอน
 - ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป
- 8) สื่อ / แหล่งการเรียนรู้
- 9) การวัดและประเมินผล
- 10) บันทึกหลังการสอน

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2		กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง ลิพิด		รหัสวิชา ว30241	รายวิชา ชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1		ปีการศึกษา 2558	เวลา 100 นาที
หลักการ	การเรียนรู้แบบปกติ		
1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตความสำคัญของเนื้อหา	1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.2 ทบทวนเรื่องที่เรียนเมื่อคาบเรียนที่ผ่านมา 1.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน คละความสามารถ		
2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่จะสอนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนของครู อาจมีหลากหลายวิธีตามลักษณะของเนื้อหาอาจเป็นการทดลอง สืบค้นข้อมูล อภิปราย สำรวจ เป็นต้น	2.1 ครูมอบหมายหัวข้อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาไปความรู้ หนังสือเรียน รวมทั้งแหล่งเรียนรู้อื่นที่สามารถเข้าถึงได้ 2.2 ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มในหัวข้อที่กำหนด 2.2 ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย		
3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนได้ร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนหรือทำกิจกรรมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้ตั้งไว้	3.1 ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายสรุปในแต่ละหัวข้อ 3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมในบางประเด็นที่นักเรียนอาจยังร่วมกันสรุปได้ไม่ครอบคลุม 3.3 ให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน		

3.1.2.5 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีสอนแบบปกติไปให้
 อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา
 จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล

3.1.2.6 นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีสอนแบบปกติไปให้
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา จำนวน 5 ท่าน ทุกท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาและการ
 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 ท่าน อาจารย์จาก
 มหาวิทยาลัยศิลปากร 1 ท่าน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 1 ท่าน อีกสองท่านเป็น
 คุณครูผู้สอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา วิชฐานะชำนาญการพิเศษ (รายละเอียดแสดงใน
 ภาคผนวก ก) ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์
 การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลเพื่อหา
 ค่าความเที่ยงตรง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่

ระหว่าง 0.6 – 1.0 มีประเด็นที่ต้องแก้ไข ได้แก่ คำผิด รูปแบบการจัดหน้ากระดาษ การฉีกคำ ส่วนของความเหมาะสมของแบบฝึกหัดให้เหมาะสมกับเวลาและระดับของนักเรียน

3.1.2.7 ทดลองสอนกับนักเรียน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เพื่อหาข้อบกพร่อง จากการนำแผนไปทดลองใช้ พบว่าควรปรับปรุงเรื่องข้อความในการสื่อความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน ปรับระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนให้กระชับขึ้น แล้วนำมาปรับแก้ไขจนเป็นแผนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3.1.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

3.2 แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.2.1 กำหนดจุดประสงค์และเนื้อหาเกี่ยวกับชีววิทยาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้เดิม

3.2.2 ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวัดความรู้ นิยาม เอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาแนวการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 173-190)

3.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาความรู้เดิมในการเรียนชีววิทยา ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียน วิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ที่	เนื้อหา	พฤติกรรมที่ต้องการวัด (40 ข้อ)				
		ความรู้	ความเข้าใจ	กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	การนำความรู้และ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้	ข้อ
1	หน่วยพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต	2	1	1	1	5
2	กระบวนการ ดำรงชีวิตของพืช	2	2	1	-	5
3	ระบบร่างกายมนุษย์ และสัตว์	2	5	1	2	10
4	พันธุกรรม	2	3	-	-	5
5	ระบบนิเวศ	1	3	-	1	5
6	สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติ	-	1	1	3	5
7	ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	3	-	1	1	5
รวม		12	15	5	8	40

3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้เดิมแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยเขียนข้อคำถามให้มีความครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้เดิม

พฤติกรรมด้านความรู้ (0) ไก่และไข่ เป็นฝาแฝดชายหญิง กรณีนี้ น่าจะเกิดจากปฏิสนธิระหว่างไข่และอสุจิ ตาม ข้อใด 1. ไข่ 2 ใบ กับ อสุจิ 2 ตัว 2. ไข่ 2 ใบ กับ อสุจิ 1 ตัว 3. ไข่ 1 ใบ กับ อสุจิ 2 ตัว 4. ไข่ 1 ใบ กับ อสุจิ 1 ตัว เฉลย 1.	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (00) กลุ่มของเซลล์ที่รูปร่างเหมือนกัน มาอยู่ ด้วยกันเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งคือข้อใด 1. เซลล์ 2. เนื้อเยื่อ 3. อวัยวะ 4. ระบบ เฉลย 2.
พฤติกรรมด้านกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (000) หากเราเป่าลมหายใจลงในน้ำปูนใสที่ บรรจุอยู่ในหลอดทดลอง แล้วพบว่ามียีสต์ ขาวขุ่นเกิดขึ้น เราจะสรุปเกี่ยวกับการทดลองนี้ ว่าอย่างไร 1. ในลมหายใจมี CO_2 2. ในลมหายใจมีไอน้ำ 3. ในลมหายใจมีความชื้น 4. ในลมหายใจมี O_2 เฉลย 1.	พฤติกรรมด้านการนำความรู้และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (0000) หากนักเรียนรับประทานข้าวเหนียว หมูย่าง อาหารชนิดใดจะถูกย่อยเชิงเคมีเป็น ลำดับแรก และบริเวณใด 1. ข้าวเหนียว ย่อยที่ปาก 2. หมูย่าง ย่อยที่ปาก 3. ไขมันในเนื้อหมู ย่อยที่กระเพาะอาหาร 4. หมูย่างและข้าวเหนียว ย่อยที่กระเพาะ อาหาร เฉลย 1.

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดความรู้เดิมไปวิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญาพนธ์ เพื่อให้ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุม

3.2.6 นำแบบทดสอบวัดความรู้เดิมที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้
ควบคุมปริญาพนธ์แล้วไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน และด้าน
การวัดผล จำนวน 2 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถามและตัวเลือก พิจารณาเพื่อ
ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่
สร้างขึ้นมานั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่

3.2.7 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5
(ประสาธน์ เถียงเฉลิม. 2556: 189-190) ซึ่งแสดงว่าคำถามข้อนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 และได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้

แก้ไขระดับพฤติกรรมตามหลักของคลอฟเฟอร์ ลักษณะข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความเหมาะสมแก้ไขให้เฉลยในแต่ละข้อให้มีความใกล้เคียงกัน รวมไปถึงแก้ไขคำผิด การฉีกคำปรับบางข้อความให้มีความชัดเจนมากขึ้น

3.2.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาแล้วที่มีความเที่ยงตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนบางเลนวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

3.2.9 นำคะแนนที่ได้มาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) และค่าความยากง่าย (Difficulty Index) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยค่าความยากง่ายของข้อสอบวัดความรู้เดิมฉบับนี้มีค่าระหว่าง 0.294 – 0.794 ค่าอำนาจจำแนกค่าระหว่าง 0.257 – 0.667 และ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับมีค่า 0.815

3.2.10 จัดเตรียมข้อสอบ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.3.1 กำหนดจุดประสงค์และเนื้อหาเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วยย่อยได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิกและวิตามิน

3.3.2 ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิยาม เอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาแนวการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 173-190)

3.3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยเขียนข้อคำถามให้มีความครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ตาราง 3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนวิชาชีพวิทยาลัย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่องที่	เนื้อหา	พฤติกรรมที่ต้องการวัด (40 ข้อ)				
		ความรู้	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	ข้อ
1	น้ำและแร่ธาตุ	1	1	1	3	6
2	คาร์โบไฮเดรต	2	3	1	1	7
3	โปรตีน	4	1	1	1	7
4	ลิพิด	2	4	1	-	7
5	กรดนิวคลีอิก	2	3	1	-	6
6	วิตามิน	1	2	1	3	7
รวม		12	14	6	8	40

3.3.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ

4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยเขียนข้อคำถามให้มีความครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พฤติกรรมด้านความรู้ (0) น้ำตาลในข้อใดแตกต่างจากข้ออื่นมากที่สุด 1. กลูโคส 2. มอลโทส 3. กาแล็กโทส 4. ฟรักโทส เฉลย 2.	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (00) หญิงและชาย เพศใดควรจะมีความต้องการธาตุเหล็กมากกว่ากัน เพราะเหตุใด 1. ทั้ง 2 เพศ มีความต้องการธาตุเหล็กเท่าๆ กัน 2. เพศหญิง เพราะ ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้น้อยกว่าเพศชาย 3. เพศชาย เพราะ เพศชายมีปริมาณเลือดมากกว่าเพศหญิง 4. เพศหญิง เพราะ เพศหญิงมีการสูญเสียเลือดประจำเดือน เฉลย 4.
พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (000) การทดสอบน้ำตาลได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้ หลอดที่ 1 เติมนิโคติน แล้ว ต้มได้สีเหลือง มีตะกอนเล็กน้อย หลอดที่ 2 เติมนิโคติน แล้ว ต้มได้สี ส้ม มีตะกอนมาก หลอดที่ 3 เติมนิโคติน แล้ว ต้มได้สี ส้ม ไม่มีตะกอน จากผลการทดลองที่ได้ หลอดใดที่มีปริมาณน้ำตาลสูงสุด 1. หลอดที่ 1 2. หลอดที่ 2 3. หลอดที่ 3 4. สรุปไม่ได้ เฉลย 2.	พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (0000) เวลาที่เราต้องการพลังงานสูง เราควรเลือกรับประทานในข้อใดน้อยที่สุด 1. สเต็กเนื้อ มันฝรั่งทอด 2. สลัดผัก แดงโม 3. ข้าวกระเพรากุ้ง ไก่ย่าง 4. ข้าวมันไก่ ลูกชิ้นทอด เฉลย 2.

3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ เพื่อให้ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุม

3.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์แล้วไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน และด้านการวัดผล จำนวน 2 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถามและตัวเลือก พิจารณาเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมานั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่

3.3.8 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งแสดงว่าคำถามข้อนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (ประสาธต์ เถืองเฉลิม. 2556: 189-190) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 และได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไขระดับพฤติกรรมตามหลักของคลอฟเฟอร์ ลักษณะข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความเหมาะสม แก้ไขให้เฉลยในแต่ละข้อให้มีความใกล้เคียงกัน รวมไปถึงแก้ไขคำผิด การฉีกคำปรับบางข้อความให้มีความชัดเจนมากขึ้น

3.3.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาแล้วว่ามี ความเที่ยงตรง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียน เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนบางหลวงวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

3.3.10 นำคะแนนที่ได้มาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) และค่าความยากง่าย (Difficulty Index) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยค่าความยากง่ายของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าระหว่าง 0.233 – 0.833 ค่าอำนาจจำแนกค่าระหว่าง 0.261 – 0.667 และ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับมีค่า 0.889

3.3.11 จัดเตรียมข้อสอบ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

3.4 แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.4.1 กำหนดจุดประสงค์และเนื้อหา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีหน่วยย่อย ได้แก่

น้ำ แร่ธาตุ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิกและวิตามิน เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

3.4.2 ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวัดการคิดแก้ปัญหา
นิยาม เอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาแนวการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 190-193)

3.4.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา ไปวิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับอาจารย์ผู้ควบคุม
ปริญญานิพนธ์ เพื่อให้ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุม

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ (0)

สมชายจะทำการทดลองว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์หรือไม่ ทำการออกแบบการทดลองโดยการนำน้ำลายผสมลงในหลอดที่มีน้ำแป้งสุก ปริมาณหลอดละเท่า ๆ กัน จำนวน 3 หลอด แต่เมื่อถึงเวลาทดลองไม่มีน้ำแป้งสุกจึงใช้หัวฝือกแทน โดยหลอดที่ 1 นำไปไว้ในน้ำเดือด หลอดที่ 2 วางไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ส่วนหลอดที่ 3 ต้องนำไปไว้ในตู้เย็น แต่บังเอิญขณะที่จะทำการทดลองนั้นไฟดับ สมชายจึงไม่สามารถทำการทดลองในหลอดที่ 3 ได้ จากเหตุการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากข้อ 3 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

ขั้น	ระดับคะแนน					คะแนน รายข้อ
	0	1	2	3	4	
ขั้นรู้จัก ปัญหา	บอกประเด็นปัญหาไม่ ถูกต้อง	บอกประเด็นปัญหา ถูกต้อง				1
ขั้น แสวงหา เค้าเงื่อน	ไม่ตอบคำถามหรือ บอกสาเหตุของปัญหา ได้ไม่ถูกต้อง	บอกสาเหตุของปัญหาได้ อย่างถูกต้อง แต่ไม่แสดง ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์เดิมที่เคย เรียน	บอกสาเหตุของปัญหา ได้อย่างถูกต้อง แสดงให้ เห็นถึงการเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์เดิมที่เคย เรียน			2
ขั้น ตรวจสอบ ความ ถูกต้อง	ไม่ตอบคำถามหรือ บอกแนวทางการ แก้ปัญหาได้ไม่ ถูกต้อง	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 1 วิธีการ	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2 วิธีการ	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3 วิธีการ หรือมากกว่า		3
ขั้นการ ตัดสินใจ ตอบสนอง	ไม่ตอบคำถาม	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหา แต่ไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์ และบอก เหตุผล	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์ บอก เหตุผลและ มีการ เชื่อมโยงกับความรู้เดิม	4
รวมคะแนน ของทั้งสถานการณ์ที่กำหนด						10

3.4.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์แล้วไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน และด้านการวัดผล จำนวน 2 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถามและตัวเลือก พิจารณา เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมานั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์หรือไม่

3.4.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งแสดง ว่าคำถามข้อนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 ซึ่งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไขระดับลักษณะการเขียนสถานการณ์ให้เข้าใจ ง่ายถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนความเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน ตรวจสอบคำผิด การฉีกคำ

3.4.6 นำคะแนนที่ได้มาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) และค่าความยากง่าย (Difficulty Index) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยค่า ความยากง่ายของข้อสอบวัดการคิดแก้ปัญหา ฉบับนี้มีค่า 0.467 – 0.490 ค่าอำนาจจำแนก 0.922 – 0.980 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับมีค่า 0.814

3.4.7 จัดเตรียมข้อสอบ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

4. วิธีการดำเนินการทดลอง

4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็น การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Designs) โดยการกำหนด ตัวอย่างแต่ละหน่วยเข้ากลุ่มการวิจัยแบบไม่ใช้การสุ่มสมบูรณ์แบบ ผู้เข้ารับการทดลองเป็นกลุ่มที่มี อยู่แล้วในสภาพปกติ (องอาจ นัยวัฒน์. 2554: 107) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ (Control Group Time Series Design) ดังแสดง ในตารางที่ 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ (Control Group Time Series Design)

กลุ่ม	การวัดก่อนเรียน (Pretest)	การให้วิธี สอน	การวัดหลังเรียนทันที (Posttest)	การติดตามผล (Follow-up)
Group1(E)	O _{1E}	X	O _{2E}	O _{3E}
Group2(C)	O _{1C}	-	O _{2C}	O _{3C}

- เมื่อ X แทน รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- O_{1E}, O_{1C} แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดแก้ปัญหา
ของผู้เรียนก่อนเรียน
- O_{2E}, O_{2C} แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดแก้ปัญหา
ของผู้เรียนหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ ทันที
- O_{3E}, O_{3C} แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดแก้ปัญหา
ของผู้เรียนหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ ผ่านไป 2 สัปดาห์

4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม 2558 โดยทำ
การวัดความรู้เดิม 1 คาบเรียน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน 2 คาบ
เรียน แล้วดำเนินการทดลองโดยใช้วิธีสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับกลุ่มทดลองและวิธี
สอนตามปกติกับกลุ่มควบคุม จำนวน 10 คาบเรียน จากนั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการ
คิดแก้ปัญหา หลังเรียนทันที 2 คาบเรียน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการคิดแก้ปัญหา
เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ 2 คาบเรียน ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

รายการปฏิบัติ	เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม 2558 (3คาบ/สัปดาห์)					
	สัปดาห์ ที่ 1	สัปดาห์ ที่ 2	สัปดาห์ ที่ 3	สัปดาห์ ที่ 4	สัปดาห์ ที่ 5	สัปดาห์ที่ 8
ขั้นวัดความรู้เดิม (1 คาบ)	↔					
ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน (2 คาบ)	↔					
ขั้นดำเนินการทดลอง (10 คาบ)		←	→	→	→	
ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหา หลังเรียน ทันที (2 คาบ)					↔	
ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหา หลังทดลอง หลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ (2 คาบ)						↔

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวัดความรู้เดิม

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย จะวัดความรู้เดิมของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้เดิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นทดสอบคนละชุดกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ เนื้อหาที่วัดความรู้เดิมจะไม่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยคะแนนที่ได้จะใช้เป็นตัวแปรร่วมในการทดลอง ใช้เวลาในการวัด 1 คาบเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดการคิดแก้ปัญหา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการวัด 1 คาบเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยจะใช้รูปแบบวิธีการสอนตามปกติกับกลุ่มควบคุม และใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับกลุ่มทดลอง ใช้ระยะเวลากลุ่มละ จำนวน 10 คาบ มีจำนวน 6 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจเป็นเรื่องทั่วไป หรือข้อค้นพบก็ได้ ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเดิมเป็นอย่างไร เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป	ขั้นนำ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตความสำคัญของเนื้อหา
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน โดยเรื่องที่น่าสนใจอาจเป็นเรื่องประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันก็ได้ หรืออาจได้ประเด็นที่ต้องการจากสื่อที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ หน้าที่ของผู้สอนคือกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียนแต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำหนด	

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบแล้วแต่ประเด็นปัญหา เช่น การทดลอง การสำรวจ การค้นคว้าข้อมูล ผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลด้วยตนเอง	ขั้นสอน เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่จะสอนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนของครูอาจมีหลากหลายวิธีตามลักษณะของเนื้อหาอาจเป็นการทดลอง สืบค้นข้อมูล อภิปราย สำรวจ เป็นต้น
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบให้กับประเด็นปัญหาจนได้มาซึ่งข้อมูล ก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น บรรยาย สร้างตาราง กราฟ ภาพวาด หรืออื่น ๆ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลองผู้เรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ขึ้น	
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หลังจากได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้มาแล้วก็เป็นการนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม อาจนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกัน เป็นการขยายกรอบแนวคิดของตนเองหน้าที่ของผู้สอนคือควรตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายเพิ่มเติม	ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนได้ร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนหรือทำกิจกรรมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้ตั้งไว้
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด การประเมินจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ขึ้นได้ ผู้สอนควรให้โอกาสตรวจสอบกันเองระหว่างผู้เรียนด้วย	
ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมรวมไปถึงส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อันจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นกับตัวของผู้เรียน นำความรู้ที่ได้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้	

ขั้นที่ 4 ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันที

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และ วัดทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนทันที โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการคิดแก้ปัญหาการเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาหลังทดลองหลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์

จากนั้นเมื่อหลังจากเรียนจบจนระยะเวลาผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ ก็ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความคงทนทางการเรียนรู้ จากนั้นตรวจสอบผลการสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

- 5.1.1 ค่าเฉลี่ย (M) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 33)
- 5.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 60)
- 5.1.3 ความเบ้ (Kurtosis) (วรรณ แกมเกตุ. 2551: 326-327)
- 5.1.4 ความโด่ง (Skewness) (วรรณ แกมเกตุ. 2551: 327-328)

5.2 สถิติวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

- 5.2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruency Index) (ประสาธน์ เนืองเฉลิม. 2556: 189-190)
- 5.2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Item Difficulty: p) ของแบบทดสอบวัดความรู้เดิมและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ประสาธน์ เนืองเฉลิม. 2556: 190-191)
- 5.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Discrimination Power: r) ของแบบทดสอบวัดความรู้เดิมและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยต์-ไบเซเรียล (Point Biserial Correlation:) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 233-234)
- 5.2.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความรู้เดิมและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ด้วยสูตร KR-20 (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 72-73)
- 5.2.5 วิเคราะห์ค่าความยาก (Item Difficulty: p) ของข้อสอบวัดการคิดแก้ปัญหา (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 243)

5.2.6 หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Discrimination Power: r) ของแบบทดสอบ
วัดการคิดแก้ปัญหา (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2556: 243)

5.2.7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดการคิด
แก้ปัญหาโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) วิธีของครอนบัค (Cronbach alpha
procedure) (วรรณิ์ แกมเกตุ. 2551: 233)

5.3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสองทาง ตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ
(Two-way Multivariate Analysis Repeated Measures of Covariance) เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
ข้อที่ 1

5.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรร่วม (One-way Analysis of
Covariance) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3

5.3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรร่วมแบบวัดซ้ำ (One-way Repeated
Analysis of Covariance) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 4 และ 5

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

M แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

SS แทน ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่ม
ข้อมูล (The Sum of square of deviation from the sample mean)

MS แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกยกกำลังสอง (The mean square deviation)

df แทน ระดับความอิสระ (degree of freedom)

Sk แทน ความเบ้ (Skewness)

Ku แทน ความโด่ง (Kurtosis)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบ
ปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 คะแนนความรู้เดิม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน
หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้น

1.2 คะแนนความรู้เดิม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อน
เรียน

หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

1.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มที่ใช้
วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ก่อนควบคุมปรับอิทธิพล
ของตัวแปรความรู้เดิม

1.4 เปรียบเทียบคะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มที่ใช้วิธี
การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติหลังจากที่ได้รับการควบคุม
ปรับอิทธิพลของตัวแปรความรู้เดิม ดังนี้

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ เมื่อวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

3.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

3.3 เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

3.4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

3.5 เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 คะแนนความรู้เดิม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อน

เรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นดังนี้

ผลการทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่า จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนมีคะแนนความรู้เดิมต่ำสุดเท่ากับ 11 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.588 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.757 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 8 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 19 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.705 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.959 ส่วนคะแนนหลังเรียนทันทีมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 12 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 28 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.235 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.087 และคะแนนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 11 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 31 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.882 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.526 เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ขวาและโด่งกว่าปกติเล็กน้อยหรืออาจกล่าวได้ว่าการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อยเท่านั้น

เมื่อพิจารณาคะแนนการคิดแก้ปัญหาจากคะแนนเต็ม 50 คะแนน นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนต่ำสุดเท่ากับ 11 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.852 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.465 คะแนนหลังเรียนทันทีที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 16 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 34 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.382 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.526 ส่วนคะแนนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 37 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.029 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.749 เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ขวาและโด่งกว่าปกติเล็กน้อยหรืออาจกล่าวได้ว่าการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อยเท่านั้น ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งของคะแนนความรู้เดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (n = 34 คน)

ตัวแปร	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
ความรู้เดิม	11	29	18.588	4.757	0.052	0.240
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
ก่อนเรียน	8	19	12.705	2.959	0.711	0.253
หลังเรียนทันที	12	28	18.235	5.087	0.738	0.465
หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์	11	31	18.882	5.526	0.079	0.333
การคิดแก้ปัญหา						
ก่อนเรียน	11	25	17.852	3.465	0.302	0.227
หลังเรียนทันที	16	34	23.382	5.526	0.753	0.248
หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์	14	37	24.029	5.749	0.091	0.304

1.2 คะแนนความรู้เดิม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา
ก่อนเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ มีดังนี้

นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ คะแนนความรู้เดิมจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 7 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 21 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.261 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.991 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 6 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 21 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.733 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.694 ส่วนคะแนนหลังเรียนทันทีที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 12 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 28 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.000 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.135 และคะแนนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 9 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 24 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.266 มีค่า

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.795 เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ขวาและโต่งกว่าปกติเล็กน้อยหรืออาจกล่าวได้ว่าการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อยเท่านั้น

เมื่อพิจารณาคะแนนการคิดแก้ปัญหาจากคะแนนเต็ม 50 คะแนน นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนต่ำสุดเท่ากับ 9 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.733 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.409 ส่วนคะแนนหลังเรียนทันทีมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 15 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 36 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.333 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.873 และคะแนนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 32 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.333 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.229 เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ขวาและโต่งกว่าปกติเล็กน้อยหรืออาจกล่าวได้ว่าการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อยเท่านั้น ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโต่งของคะแนนความรู้เดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ (n = 30 คน)

ตัวแปร	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
ความรู้เดิม	7	21	15.261	3.991	-1.680	0.257
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
ก่อนเรียน	6	21	11.733	3.694	-1.032	0.331
หลังเรียนทันที	12	28	18.000	4.135	-1.455	0.254
หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์	9	24	14.266	3.795	-0.590	0.380
การคิดแก้ปัญหา						
ก่อนเรียน	9	29	16.733	4.409	-0.873	0.303
หลังเรียนทันที	15	36	23.333	4.873	-1.030	0.561
หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์	13	32	19.333	4.229	-0.831	0.234

1.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ก่อนควบคุมปรับอิทธิพลของตัวแปรความรู้เดิม ดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้นจำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เป็นการวัดก่อนเรียน ครั้งที่ 2 เป็นการวัดหลังเรียนทันที และครั้งที่ 3 เป็นการวัดหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและวิธีสอนแบบปกติ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์และหลังเรียนทันทีสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยมีคะแนนเท่ากับ 16.574, 18.117 และ 12.219 ตามลำดับ และมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์และหลังเรียนทันทีสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนโดยมีคะแนนเท่ากับ 21.681, 23.357

และ 17.292 ตามลำดับ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 18.235$ และ 12.705 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 18.000$ และ 11.733 ตามลำดับ) โดยคะแนนหลังเรียนทันทีของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีค่าเท่ากับ 18.235 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบปกติซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.000 เล็กน้อย เมื่อเว้นระยะเวลาให้ผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 18.882 สูงขึ้นกว่าหลังเรียนทันทีซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 18.235 เล็กน้อย ในขณะที่กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 14.266 ซึ่งลดลงจากคะแนนหลังเรียนทันที ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 18.000

คะแนนการคิดแก้ปัญหาโดยของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 23.382$ และ 17.852 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 23.333$ และ 16.733 ตามลำดับ) โดยคะแนนหลังเรียนทันทีของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีค่าเท่ากับ 23.382 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบปกติซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.333 เล็กน้อย เมื่อเว้นระยะเวลาให้ผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 24.029 สูงขึ้นกว่าหลังเรียนทันทีซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 23.382 เล็กน้อย ในขณะที่กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 19.333 ลดลงจากคะแนนหลังเรียนทันที ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 23.333 รายละเอียด ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ก่อนควบคุมปรับอิทธิพลของตัวแปรความรู้เดิม

วิธีสอน		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40 คะแนน)				การคิดแก้ปัญหา (50 คะแนน)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
		1	2	3		1	2	3	
7E	M	12.705	18.235	18.882	16.600	17.852	23.382	24.029	21.754
(n=34)	(SD)	(2.959)	(5.087)	(5.530)	(4.525)	(3.465)	(5.526)	(5.749)	(4.913)
ปกติ	M	11.733	18.000	14.266	14.666	16.733	23.333	19.333	19.799
(n=30)	(SD)	(3.694)	(4.135)	(3.795)	(3.874)	(4.409)	(4.873)	(4.229)	(4.503)
เฉลี่ยรวม	M	12.219	18.117	16.574	15.633	17.292	23.357	21.681	20.776
	(SD)	(3.326)	(4.611)	(4.662)	(4.199)	(3.937)	(5.199)	(4.989)	(4.708)

1.4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ หลังจากที่ได้รับการควบคุมปรับอิทธิพลของตัวแปรความรู้เดิม ดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทั้งสิ้นจำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เป็นการวัดก่อนเรียน ครั้งที่ 2 เป็นการวัดหลังเรียนทันทีและ ครั้งที่ 3 เป็นการวัดหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและวิธีการสอนแบบปกติ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์และหลังเรียนทันทีสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยมีคะแนนเท่ากับ 16.303, 17.899 และ 12.491 ตามลำดับ และมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาลงเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์และหลังเรียนทันทีสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนโดย มีคะแนนเท่ากับ 21.436, 23.150 และ 17.580 ตามลำดับ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 16.999$ และ 12.317 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 18.800$ และ 12.666 ตามลำดับ) โดยคะแนนหลังเรียนทันทีของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 18.800 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.999 เล็กน้อย เมื่อเว้นระยะเวลาให้ผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 17.645 สูงขึ้นกว่าหลังเรียนทันทีซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 16.999 เล็กน้อย ในขณะที่กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 14.961 ลดลงจากคะแนนหลังเรียนทันที ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 18.800

คะแนนการคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

หลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 22.167$ และ 17.489 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีสูงกว่าก่อนเรียน ($M = 24.133$ และ 17.672 ตามลำดับ) โดยคะแนนหลังเรียนทันทีของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 24.133 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.167 เล็กน้อย เมื่อเว้นระยะเวลาให้ผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 22.821 สูงขึ้นกว่าหลังเรียนทันทีซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 22.167 เล็กน้อย ในขณะที่กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 20.051 ลดลงจากคะแนนหลังเรียนทันที ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 24.133 รายละเอียด ดังตารางที่ 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติหลังจากที่ได้รับการควบคุมประสิทธิภาพของตัวแปรความรู้เดิม

วิธีสอน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40 คะแนน)				การคิดแก้ปัญหา (50 คะแนน)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
7E (N=34)	12.317	16.999	17.645	15.671	17.489	22.167	22.821	20.825
ปกติ (N=30)	12.666	18.800	14.961	15.475	17.672	24.133	20.051	20.618
เฉลี่ยรวม	12.491	17.899	16.303	15.573	17.580	23.150	21.436	20.721

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดซ้ำ โดยพิจารณาค่าความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดซ้ำทั้ง 3 ครั้ง ด้วย Mauchy's Test พบว่าความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบซ้ำในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Mauchy's $W = 0.942$, Chi-Square = 3.495 , $df = 2$, $p = 0.174$) แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดแต่ละครั้งของกลุ่มที่ใช้วิธีสอนต่างกัน มีความแปรปรวนไม่ต่างกัน สำหรับความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหา พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบซ้ำในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (Mauchy's $W = 0.932$, Chi - Square = 4.185 , $df = 2$, $p = 0.123$) แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดแต่ละครั้งของกลุ่มที่ใช้วิธีสอนต่างกันมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดซ้ำ

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มของวิธีสอนที่แตกต่างกัน 2 วิธี เมื่อพิจารณาความแปรปรวนด้วย Levene's Test พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นและแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ก่อนเรียน $F = 1.897$, $p = 0.173$ หลังเรียนทันที $F = 0.250$, $p = 0.619$ และ หลังเรียน 2 สัปดาห์ $F = 0.340$, $p = 0.562$) ส่วนความแปรปรวนของคะแนนการคิดแก้ปัญหาจากการวัดก่อนเรียน หลังเรียนทันที และหลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ใช้วิธีสอนต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ก่อนเรียน $F = 0.821$, $p = 0.368$ หลังเรียนทันที $F = 0.574$, $p = 0.452$ และ หลังเรียน 2 สัปดาห์ $F = 1.029$, $p = 0.314$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดซ้ำด้วย Mauchly's Test และ Levene's Test

Mauchly's Test of Sphericity		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Mauchly's W = 0.942	Approx. Chi-Square = 3.495
	df = 2	p = 0.174
การคิดแก้ปัญหา	Mauchly's W = 0.932	Approx. Chi-Square = 4.185
	df = 2	p = 0.123
Levene's Test		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนเรียน	$F = 1.897$ ($p = 0.173$)
	หลังเรียนทันที	$F = 0.250$ ($p = 0.619$)
	หลังเรียน 2 สัปดาห์	$F = 0.340$ ($p = 0.562$)
การคิดแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	$F = 0.821$ ($p = 0.368$)
	หลังเรียนทันที	$F = 0.574$ ($p = 0.452$)
	หลังเรียน 2 สัปดาห์	$F = 1.029$ ($p = 0.314$)

ผลการตรวจสอบอิทธิพลหลักของความรู้เดิม พบว่า ความรู้เดิมมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.436, $F = 22.793$, $df = 2$, $p = 0.000$) แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกันนั้นเป็นผลเนื่องมาจากความรู้เดิมของนักเรียนและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ของตัวแปร วิธีสอนและความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.017, $F = 0.502$, $df = 2$,

$p = 0.608$) แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการสอนแตกต่างกันจะมีผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันหรือไม่นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำตัวแปรความรู้เดิมมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิจัย รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12

ตาราง 12 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแปรร่วม (ความรู้เดิม) ที่นำมาใช้ในการวิจัย

แหล่งของ ความ แปรปรวน	ตัวแปร	สถิติทดสอบ	Value	F	df	p
ระหว่างกลุ่ม	ความรู้เดิม	Pillai's Trace	0.436	22.793*	2.000	0.000
		Wilks' Lambda	0.564	22.793*	2.000	0.000
		Hotelling's Trace	0.773	22.793*	2.000	0.000
		Roy's Largest Root	0.773	22.793*	2.000	0.000
	วิธีสอนและ ความรู้เดิม	Pillai's Trace	0.017	0.502	2.000	0.608
		Wilks' Lambda	0.983	0.502	2.000	0.608
		Hotelling's Trace	0.017	0.502	2.000	0.608
		Roy's Largest Root	0.017	0.502	2.000	0.608

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนและแบบปกติ เมื่อวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบอิทธิพลหลักรายตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรเวลาและตัวแปรวิธีสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา พบว่า ทั้งสองตัวแปรมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหายังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (วิธีสอน : สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.015, $F = 0.442$, $df = 2$, $p = 0.645$; เวลา : สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.036, $F = 0.526$, $df = 4$, $p = 0.717$) แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหานั้นไม่ได้เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลหลักของตัวแปรเวลาและตัวแปรวิธีสอน

ผลการตรวจสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เวลาและวิธีสอน พบว่า เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหายังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.191, $F = 3.361$, $df = 4$, $p = 0.015$) กล่าวคือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 2 วิธีนั้นมีความ

แตกต่างกันเมื่อได้รับการวัดคะแนนในช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 13

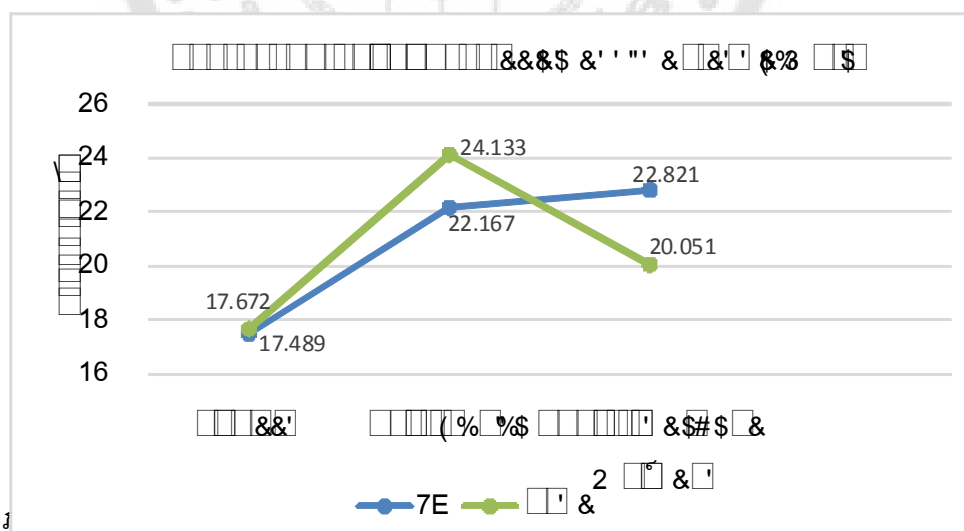
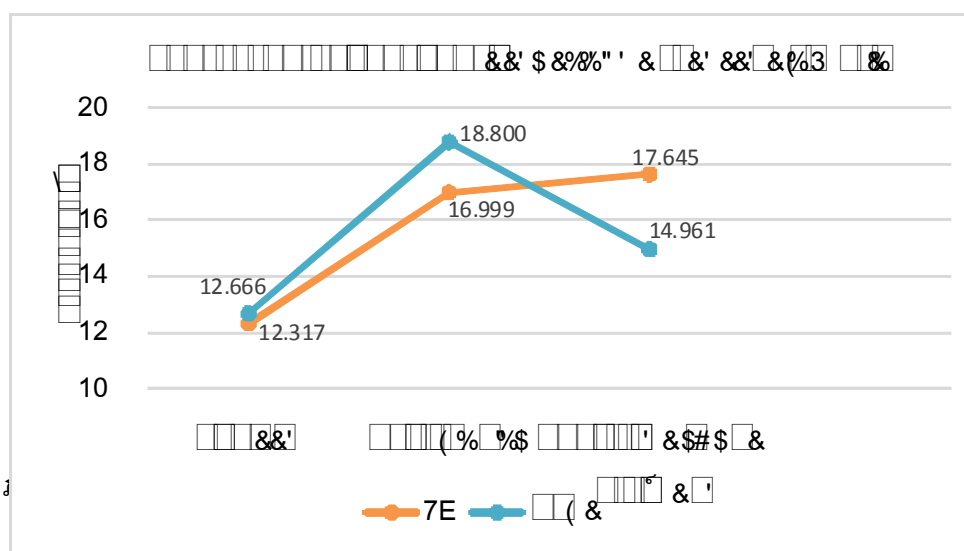
ตาราง 13 การวิเคราะห์อิทธิพลของ วิธีสอนและเวลา ที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการ คิดแก้ปัญหาในภาพรวม โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

แหล่งของ ความ แปรปรวน	ตัวแปร	สถิติทดสอบ	Value	F	df	p
ระหว่างกลุ่ม	วิธีสอน	Pillai's Trace	0.015	0.442	2.000	0.645
		Wilks' Lambda	0.985	0.442	2.000	0.645
		Hotelling's Trace	0.015	0.442	2.000	0.645
		Roy's Largest Root	0.015	0.442	2.000	0.645
ภายในกลุ่ม	เวลา	Pillai's Trace	0.036	0.526	4.000	0.717
		Wilks' Lambda	0.964	0.526	4.000	0.717
		Hotelling's Trace	0.037	0.526	4.000	0.717
		Roy's Largest Root	0.037	0.526	4.000	0.717
	เวลาและ วิธีสอน	Pillai's Trace	0.191	3.361*	4.000	0.015
		Wilks' Lambda	0.809	3.361*	4.000	0.015
		Hotelling's Trace	0.236	3.361*	4.000	0.015
		Roy's Largest Root	0.236	3.361*	4.000	0.015

เนื่องจากเวลาและวิธีสอนมีปฏิสัมพันธ์กันจึงทำการทดสอบอิทธิพลรายตัวแปรต่อไป พบว่า เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 7.692$, $df = 2$, $p = 0.001$) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการสอน 2 วิธีมีความแตกต่างกัน เมื่อวัดในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ขณะที่เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 7.600$, $df = 2$, $p = 0.001$) แสดงว่า การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากการสอน 2 วิธีมีความแตกต่างกัน เมื่อวัดในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 14

ตาราง 14 การวิเคราะห์อิทธิพลเวลาและวิธีสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิด
แก้ปัญหา โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

Sphericity Assumed						
ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p
เวลาและวิธีสอน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79.792	2	39.896	7.692*	0.001
	การคิดแก้ปัญหา	84.124	2	42.062	7.600*	0.001



3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า แปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนทันที ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นและปกติโดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Levene's Test มีค่า $F = 0.917$, $p = 0.326$) เมื่อตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันที พบว่า ความรู้เดิมส่งผลที่ต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($F = 43.803$, $p = 0.000$)

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 5.232$, $p = 0.026$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.800 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.999 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 15

ตาราง 15 ผลของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความรู้เดิม	600.182	1	600.182	43.803	0.000
วิธีสอน	71.688	1	71.688	5.232	0.026
error	835.803	61	13.172		
Levene's Test $F = 0.979$, $p = 0.326$					

3.3 เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นความแปรปรวนของคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นและปกติโดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Levene's Test มีค่า $F = 0.657$, $p = 0.421$) เมื่อตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมที่ส่งผลต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันที พบว่า ความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($F = 32.314$, $p = 0.000$)

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่าคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.588$, $p = 0.063$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.133 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.167 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 16

ตาราง 16 ผลของวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติที่มีต่อการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความรู้เดิม	587.558	1	587.558	32.314	0.000
วิธีสอน	65.326	1	65.326	3.588	0.063
error	1109.138	61	18.183		
Levene's Test	$F = 0.657$, $p = 0.421$				

3.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ 3 ครั้งโดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่าความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบซ้ำในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Mauchly's $W = 0.951$, Chi-Square = 2.761, $df = 2$, $p = 0.251$) แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดแต่ละครั้งมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน ขณะที่ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่า ความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($F = 50.428$, $p = 0.000$) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ต่างกันนั้นเป็นผลเนื่องมาจากความรู้เดิม รายละเอียด ดังตารางที่ 17

ตาราง 17 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมต่อที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความรู้เดิม	974.965	1	974.965	50.428	0.000
error	618.682	32	19.334		
Mauchly's Test of Sphericity : Mauchly's W = 0.915 df = 2					
Approx. Chi-Square = 2.761 p = 0.251					

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนทันที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนทันทีมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนทันที เท่ากับ 16.999 ก่อนเรียน เท่ากับ 12.317 ตามลำดับ) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ เท่ากับ 17.645 ก่อนเรียน เท่ากับ 12.317 ตามลำดับ) ขณะที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนหลังเรียนทันทีเท่ากับ 17.645 ขณะที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีมีค่าเท่ากับ 16.999 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณา พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความคงทนทางการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางที่ 18

ตาราง 18 การเปรียบเทียบรายคู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ช่วงเวลา	ก่อนเรียน	หลังเรียนทันที	ผ่านไป 2 สัปดาห์
ค่าเฉลี่ย	(12.317)	(16.999)	(17.645)
ก่อนเรียน	-	4.682*	5.328*
หลังเรียนทันที		-	0.646
ผ่านไป 2 สัปดาห์			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.5 เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดคะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่า มีความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบซ้ำในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Mauchly's $W = 0.926$, Chi-Square = 2.734, $df = 2$, $p = 0.226$) แสดงว่า คะแนนการคิดแก้ปัญหาจากการวัดแต่ละครั้งมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน ขณะที่ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่า ความรู้เดิมส่งผลต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($F = 28.574$, $p = 0.000$) รายละเอียด ดังตารางที่ 19

ตาราง 19 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของความรู้เดิมที่มีต่อคะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เมื่อได้รับการวัดซ้ำ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความรู้เดิม	913.348	1	913.348	28.574	0.000
error	1022.858	32	1022.858		
Mauchly's Test of Sphericity :					
Mauchly's W		= 0.926		df = 2	
Approx. Chi-Square		= 2.734		p = 0.226	

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบ
 รายคู่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ
 เรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนทันทีที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนทันทีที่มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียน
 ทันที เท่ากับ 22.167 ก่อนเรียน เท่ากับ 17.489 ตามลำดับ) คะแนนการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและ
 หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดย
 หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนผ่าน
 ไป 2 สัปดาห์ เท่ากับ 22.821 ก่อนเรียน เท่ากับ 17.489 ตามลำดับ) ขณะที่คะแนนการคิดแก้ปัญหา
 หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$)
 โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 22.821 ขณะที่คะแนนการคิด
 แก้ปัญหาหลังเรียนทันที เท่ากับ 22.167 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณา พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ช่วยให้นักเรียนมี
 คะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงขึ้นกว่าก่อน
 เรียน ขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่าง
 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
 มีความคงทนทางการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางที่ 20

ตาราง 20 การเปรียบเทียบรายคู่การคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2
 สัปดาห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็น
 ตัวแปรร่วม

ช่วงเวลา	ก่อนเรียน	หลังเรียนทันที	ผ่านไป 2 สัปดาห์
ค่าเฉลี่ย	(17.489)	(22.167)	(22.821)
ก่อนเรียน	-	4.678*	5.332*
หลังเรียนทันที		-	0.654
ผ่านไป 2 สัปดาห์			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ เมื่อวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 3) เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม 4) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม และ 5) เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียน หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางหลวงวิทยาและโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 โรงเรียน เกณฑ์ขั้นต่ำจากการกำหนดขนาดอิทธิพลด้วยโปรแกรม G*Power เวอร์ชัน 3.0.10 โดยใช้ค่าจากงานวิจัยของ จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) ซึ่งศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับผู้วิจัย ได้คำนวณขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.76 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำอย่างน้อย 30 คน โดยในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่ โรงเรียนบางหลวงวิทยา จำนวน 34 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่วนโรงเรียนบัวปากท่าวิทยา จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) และมีความสมัครใจเข้าร่วมในกระบวนการทดลอง เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาศึกษาและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องจึงต้องได้รับความยินยอมสมัครใจจากฝ่ายบริหารของสถานศึกษา ครูผู้สอนประจำวิชาและนักเรียนทำให้ได้โรงเรียนทั้ง 2 แห่ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 6 แผนและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้เดิม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental research) รูปแบบการทดลอง แบบไม่ใช้การสุ่มสมบูรณแบบ ผู้เข้ารับการ

ทดลองเป็นกลุ่มที่มีอยู่แล้วในสภาพปกติ แบบแผนการทดลองวัดสองกลุ่มแบบวัดซ้ำ (Control Group Time Series Design)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือ พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 แบบทดสอบวัดความรู้เดิม มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.294 – 0.794 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.257 – 0.667 และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.815 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.233 – 0.833 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.261 – 0.667 และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.889 และแบบวัดการคิดแก้ปัญหา มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.467 – 0.490 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.922 – 0.980 และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach Alpha) ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.814 และมีการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ คือ ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ (Multivariate Analysis Repeated Measures of Covariance)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนทางการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ เมื่อได้รับการวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการตรวจสอบอิทธิพลหลักรายตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรเวลาและตัวแปรวิธีสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหา พบว่า ทั้งสองตัวแปรมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหายังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (วิธีสอน : สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.015, $F = 0.442$, $df = 2$, $p = 0.645$; เวลา : สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.036, $F = 0.526$, $df = 4$, $p = 0.717$) แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกันนั้นไม่ได้เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลหลักของตัวแปรเวลาและตัวแปรวิธีสอน

ผลการตรวจสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เวลาและวิธีสอน พบว่า เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหายังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สถิติทดสอบ Pillai's Trace = 0.191, $F = 3.361$, $df = 4$, $p = 0.015$) กล่าวคือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 2 วิธีนั้นมีความแตกต่างกันเมื่อได้รับการวัดคะแนนในช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

เนื่องจากเวลาและวิธีสอนมีปฏิสัมพันธ์กันจึงทำการทดสอบอิทธิพลรายตัวแปรต่อไป พบว่า เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 7.692$, $df = 2$, $p = 0.001$) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการสอน 2 วิธีมีความแตกต่างกัน เมื่อวัดในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ขณะที่เวลาและวิธีสอนส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 7.600$, $df = 2$, $p = 0.001$) แสดงว่า การคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้จากการสอน 2 วิธีมีความแตกต่างกัน เมื่อวัดในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีที่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 5.232$, $p = 0.026$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.800 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.999 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

3. การคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีที่มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ หลังเรียนทันที โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.588$, $p = 0.063$) โดยที่กลุ่มที่เรียนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.133 และกลุ่มเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.167 ซึ่งมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน และมีความคงทนทางการเรียนรู้ เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนทันที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนทันทีมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนน

ก่อนเรียน (หลังเรียนทันที เท่ากับ 16.999 ก่อนเรียน เท่ากับ 12.317 ตามลำดับ) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ เท่ากับ 17.645 ก่อนเรียน เท่ากับ 12.317 ตามลำดับ) ขณะที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนหลังเรียนทันทีเท่ากับ 17.645 ขณะที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันทีมีค่าเท่ากับ 16.999 ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความคงทนทางการเรียนรู้

5. การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน และมีความคงทนทางการเรียนรู้ เมื่อวัดหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียนทันทีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนทันทีมีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนทันที เท่ากับ 22.167 ก่อนเรียน เท่ากับ 17.489 ตามลำดับ) คะแนนการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (หลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ เท่ากับ 22.821 ก่อนเรียน เท่ากับ 17.489 ตามลำดับ) ขณะที่คะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.643$) โดยหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาเท่ากับ 22.821 ขณะที่คะแนนการคิดแก้ปัญหาลงเรียนทันที เท่ากับ 22.167 ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ช่วยให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์มีความ

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความคงทนทางการเรียนรู้

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบปกติแตกต่างกันเมื่อวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม พบว่า เมื่อพิจารณาอิทธิพลหลักของวิธีสอนแม้ว่าใช้สอนที่แตกต่างกันก็ไม่ได้ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากวิธีสอนแบบปกติที่ผู้วิจัยใช้นั้นอ้างอิงตามหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งวิธีการสอนนั้นก็ให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง อาจมีการสาธิตจากครูแล้วให้นักเรียนเป็นผู้ทดลองสืบค้นข้อมูลเอง ให้คำถามนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ด้วยตนเองมากที่สุด ส่วนวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก็เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิธีหนึ่งให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ ประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งสองวิธีสอนจึงไม่แตกต่างกันมากนัก ประกอบคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการได้ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 อีกด้วยว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเน้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ลงมือปฏิบัติจริง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) นอกจากนี้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนคนละโรงเรียนกัน กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนประจำส่วนกลุ่มควบคุมเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยไปสอนต่างโรงเรียนนักเรียนอาจเกิดความตื่นเต้นกับคุณครูคนใหม่ อาจให้ความสนใจมีความกระตือรือร้นในการการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือมากกว่าปกติจึงทำให้การใช้วิธีสอนที่แตกต่างกันทั้ง 2 วิธีไม่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน ส่วนการวัดในเวลาที่แตกต่างกันไม่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันนั้นอาจเนื่องมาจากผู้วิจัยใช้เครื่องมือวัดชุดเดียวกันในการวัดอาจส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาสำหรับศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในแบบทดสอบนั้นจากการทดสอบซ้ำ อย่างไรก็ตามการทดสอบซ้ำมีข้อดีคือสามารถดูความคงทนยั่งยืนของผลการเปลี่ยนแปลงได้ (วรฤณี แกมเกตุ. 2551: 143; องอาจ นัยพัฒน์. 2554: 100)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม หลังเรียนทันที สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศในรอบ 5 ปีที่ผ่านมาของผู้วิจัยไม่พบว่ามีการวิจัยที่นำความรู้เดิมซึ่งอาจส่งผลต่อตัวแปรตามของผู้เรียนมาเป็นตัวแปรร่วม งานวิจัยที่พบส่วนใหญ่จะดำเนินการโดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับความรู้เดิม โดยทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่านั้น อีกทั้งวิธีการจัดการ

เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนประกอบด้วยการตรวจสอบความรู้เดิม เร้าความสนใจ สืบค้นหา อธิบาย ขยายความรู้ ประเมินผลและนำความรู้ไปใช้ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีการถ่ายโอนการเรียนรู้ ส่วนวิธีการสอนแบบปกติที่ผู้วิจัยนำมาใช้ก็เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยอ้างอิงจากหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งก็จะเป็นการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอน มีเหตุผล มีการรวบรวมข้อมูล มีการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล มีความใกล้เคียงกับวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยศึกษา คือ การใช้ชุดฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยทั้ง 3 วิธี นั้นเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนก็ได้เรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ร่วมมือกันทำงานกลุ่มเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้ ดังนั้นวิธีการเรียนรู้แบบปกติที่ผู้วิจัยอ้างอิงจาก สสวท. ก็มีความใกล้เคียงกันกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จึงส่งผลให้ผลการวิจัยพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ขณะที่การคิดแก้ปัญหาแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุนทอง คล้ายทอง (2554: 100-104) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา เคมี 1 และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับ ขวัญตา แสงผล (2557: 10-24) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์และการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสอดคล้องกับจรงค์ษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบ่อทอง โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีการตรวจสอบความรู้เดิมทำให้ครูทราบว่าต้องเติมเต็มส่วนใดให้แก่ นักเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ใช้คำถามยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนคิด รวบรวมตรวจสอบด้วยตนเองช่วยให้ได้

สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประยุกต์ใช้ความรู้กับปะสบการณ์อื่น ซึ่งเป็นวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีรัตน์ สอนบาล (2555: 185-194) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพรเจริญวิทยา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และขุนทอง คล้ายทอง (2554: 100-104) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 1 และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา เคมี 1 และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับ จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554: 89-93) ได้ศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบ่อทอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกด้วย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีความรู้เดิมเป็นตัวแปรร่วม หลังเรียนทันทีและหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นการตรวจสอบความคงทนทางการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้โดย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนมีความคงทนทางการเรียนรู้ เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคงทนหรือเกิดความจำระยะยาวนั้นครูต้องจูงใจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนให้มากที่สุด ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เห็นประโยชน์จากสิ่งที่เรียนว่ากำลังเรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อเขา ผู้เรียนก็จะเข้ารหัสความรู้ที่ได้มาเป็นความจำระยะยาวได้อย่างง่ายดาย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 72) สิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีและจะมองข้ามเสียไม่ได้ก็คือ ความรู้เดิม ครูต้องคิดใหม่โดยการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีสักเท่าใดแล้วเริ่มสอนจากความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนก็จะเข้าใจและจดจำเนื้อหาใหม่ได้ดีก็ต่อเมื่อเขาสามารถเชื่อมโยงใหม่เข้ากับความรู้เดิมของเขาได้ ถ้าครูใช้ความรู้เดิมช่วยขยายความรู้ใหม่ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางบวกและเกิดความจำระยะยาวหรือ ความคงทนได้ดี (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2557: 25) ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ผู้วิจัยทำการศึกษานี้ได้ให้ความสำคัญกับความรู้เดิม เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนทางการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ กูราบูซ; ทูร์กูท; & ซาลาร์ (Gurbuz; Turgut; & Salar. 2013: 91-95) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที หลังจากนั้น 4 สัปดาห์ พบว่า เมื่อวิเคราะห์ผลด้วย t-test เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนทันทีและคะแนนหลังเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีความคงทนทางการเรียนรู้โดยคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังเรียนทันทีเท่ากับ 79.33 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านไป 4 สัปดาห์ เท่ากับ 74.33 คะแนน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.09$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เน้นให้นักเรียนได้ถ่ายโอนความรู้และประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ ครูจะต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญเป็นอย่างสูงก็คือ ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน ครูควรทำการวัดความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน สามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นี้กับวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกัน เช่น วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือ ชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 เนื่องจากต้องใช้ความรู้พื้นฐานเดิมเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

2. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย 7 ขั้น จึงมีความจำเป็นที่ครูต้องอธิบายแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนมีความเข้าใจเพื่อการทำกิจกรรมจะได้เป็นไปอย่างถูกต้องตามขั้นตอน เพื่อประโยชน์ของผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรม แสดงความคิดเห็น อภิปรายกันอย่างอิสระโดยที่ครูมิได้เป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้แต่ให้เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนแทนเพื่อให้นักเรียนได้เกิดองค์ความรู้และความจำระยะยาวหรือความคงทนทางการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ให้ความสำคัญกับความรู้เดิม หากมีการวิจัยในครั้งต่อไปควรศึกษาเปรียบเทียบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเหมาะสมกับระดับความรู้เดิมของผู้เรียนที่แตกต่างกันอย่างไร เช่น เปรียบเทียบผลการวิจัยระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่งกับนักเรียนกลุ่มอ่อน

2. ควรมีการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับ ตัวแปรตามอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนได้รู้เท่าทันโลกที่เปลี่ยนแปลงไป เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ รู้เท่าทันสื่อ คิดค้นหาคำตอบเพื่อเกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีกับตัวนักเรียน

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศรีเดชา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 ละความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มละแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญตา แสงผล. (2557, มกราคม-มิถุนายน). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และ เจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน. 8(1): 10-24.
- จรงค์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เจมส์ ดี วินแลนด์. (ม.ป.ป.). เคล็ดลับวิธีสร้าง จำดี จำแม่น. แปลโดย วรพจน์ ศรีสง่าชัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จินตนาการ.
- ชม ภูมิภาค. (2516). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: โรงพิมพ์เด็อนตุลา.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.
- ชุมพล ผิวงาม. (2553). การประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่มมีการวัดซ้ำ เพื่อตรวจสอบความคงทนของการเรียนรู้ในเนื้อหา “การออกแบบการวัดตัวแปรและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการวิจัยของครู” โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ของนิสิตหลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต : กรณีศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *นวัตกรรมที่เป็นแนวคิด รูปแบบ และกระบวนการจัดการเรียนรู้*.
กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์วิส.
- (2555). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท วีพริ้นท์.
- (2557). *ศิลปะการสอนเพื่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: บริษัท วีพริ้นท์
(1991) จำกัด.
- ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). *สอนให้คิดด้วยจิตวิทยาาสตร์*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ไทย
ร่มเกล้า.
- ธนวรรณ พาณิชพัฒน์. (2554). *ชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.
- ธนา ทองศรีคำ. (2558). *My Biology*. นนทบุรี: ริงค์ ปียอนด์ บุ๊คส์.
- ธัญญรัตน์ สุภษร. (2555). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุ
กัมมันตรังสีเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4*. สารนิพนธ์. กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นุชลี อุปภัย. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วี พริ้น (1991).
- บุญสืบ สุวรรณเพ็ชร. (2538). *พจนานุกรมจิตวิทยานับสมบูรณ*. กรุงเทพฯ: เอส เค บุ๊คส์.
- ประสาธ อติศรปรีชา. (2531). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยา
การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
วี พริ้น (1991).
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ:
แอคทีฟ พริ้นท์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด
9119 เทคนิค พริ้นติ้ง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนัก
ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิณทิพย์ ทวยเจริญ. (2546). *แนวทางการสร้างความจำสำหรับเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; และ เพียวร์ ยินดีสุข. (2552). *[แบ็กเวิร์ด ดีไซน์ แอนด์ ซาย เซ็นเตอร์]
Backward Design & Child-Centered*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เพ็ญศรี ทิพย์สุวรรณกุล. (2549). เครื่องมือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ใน เอกสารการสอนชุด
วิชาการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. 141-152. พิมพ์ครั้งที่ 7.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ:
โอ เอส พรินติ้ง เฮาส์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2540). การประเมินผลการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ์
การพิมพ์.
- มูลนิธิโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา(สอวน.). (2556). *ชีววิทยา 1*
(มัธยมศึกษาตอนต้น). กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. (2554). *วิทยาศาสตร์เพื่ออะไร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรสัมพันธ์.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2554). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.
พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฑทอง.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ:
สุวีรียาสาส์น.
- ลักขณา สรวิวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- วรรณ ลิ้มอักษร. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา Educational Psychology*. สงขลา:
นำศิลป์โฆษณา.
- วรรณ แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2532). *การออกแบบสารหลักการและทฤษฎี*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*.
สมุทรปราการ: สำนักพิมพ์บอสส์การพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี.
- สม สุจิรา. (2552). *ทางลัดสู่อัจฉริยะ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้งและพับลิชชิ่ง.

- สมบัติ การจนารักพงศ์; และคนอื่นๆ. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง:กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมวดี ไชยเวช. (2556). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความจำของมนุษย์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: ภูมิการพิมพ์.
- สิริอร วิชชาวุธ. (2554). *จิตวิทยาการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สิริแซ พงษ์สวัสดิ์. (2557). *หลักชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ล กรุ๊ป.
- สุคนธ์ สิทธิพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์และพรรณิ์ สินธพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.
- สุดใจ เหล่าสุนทร. (2549). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนิรัตน์ สอนบาล. (2555, พฤศจิกายน-ธันวาคม). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 10(45): 185-194.
- สุภาพร ไพรสมนต์. (2555, มกราคม-เมษายน). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TAI และปกติ. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*. 2(1): 65-71.
- สุศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์. (2554). *การประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- โสภา บุญยศรีสวัสดิ์. (2520). *อิทธิพลของช่วงเวลาที่มิต่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซ้ำ*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. (2545). *แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักการงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติกระทรวงศึกษาธิการ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2554). *การออกแบบการวิจัย:วิธีการเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพและผสมผสานวิธีการ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมลวรรณ อิทธิกรชัย. (ม.ป.ป.) *เสริมอัจริยะความจำให้กับสมอง*. กรุงเทพฯ: ปพธรรม.

- อรอุมา สกุลเกียรติวัฒนา. (2554). *คู่มือพัฒนาสมอง จำแม่น จำเก่ง จำไว*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
 อุทุมพร จามรมาน. (2549). ลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ใน *เอกสารการสอนชุด*
วิชาการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. 55-80. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
 โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. (2555). *การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง*. นครปฐม: ไอ คิว บั๊คเซ็นเตอร์.
- Adums, Jack. A. (1967). *Human memory*. New York : McGeaw – Hill Book Company.
- Balim, Ali Gunay. The effect of mind-mapping applications on upper primary
 students'success and inquiry-learning skills in science and environment education.
International Research in geographical and environmental education. 2013; 22 (4):
 337-352.
- Barman, C.R.. (1992, February). An Evaluation of the Use of a Techniques Designed to
 Assist Propective Elementary Teachers Use The Learning Cycle Science Textbook.
School Science and Mathematic. 92(2): 59-63.
- Barman, C.R.; & Michael Kotar. (1989, April) The Learning Cycle. *Science and Children*.
 26(7): 30-32.
- Carin, A. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. 7rd ed. New York: Merril.
- Eisenkraft, Arthur. (2003, September). Expanding the 5E Model a Proposed 7E Model
 Emphasizes Transfer of Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding.
The Science Teacher. 70(6): 56-59.
- Elangovan T, & Ismail Z. (2014, December). The effects of 3D computer simulation on
 biology students' achievement and memory retention. Asia-Pacific Forum on Science
 Learning and Teaching. Retrieved April 29, 2016, from
[http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/Analysis of Covariance : ANCOVA](http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/Analysis%20of%20Covariance%20:ANCOVA%20d/v15_issue2_files/elangovan.pdf)
[d/v15_issue2_files/elangovan.pdf](http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/Analysis of Covariance : ANCOVA d/v15_issue2_files/elangovan.pdf).
- Gambari, Amosa Isiaka; et al. Improving secondary school students' achievement and
 retention in biology through video-based multimedia instruction. *A journal of scholarly*
teaching. 2014; 9: 78-91.
- Gordon, W. C. (1989). *Learning and memory*. Pacific Grove : Brook/Cole Publishing.
- Gurbuz F, Turgut U, Salar R. The effect of 7e learning model on academic achievements
 and retention of 6th Grade science and technology course students in the unit
 "electricity in our life". *Journal of Turkish science education*. 2013 Sep; 10 (3): 91-95.

- Gwo, Jen Hwang, Chun, Ming Hung, Nian, Shing Chen. (2014). Improving learning achievements, motivations and problem-solving skills through a peer assessment-based game development approach. *Education Tech Research*. Retrieved April 29, 2016, from <http://link.springer.com/article/10.1007/s11423-013-9320-7>.
- Karplus, R. (1977, Maech). Science Teaching and Development of Reasoning. *Journal of Researching Science Teaching*. 14(2): 169-175.
- Lawson, A.E. (2001, August). Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patters. *Journal of Biology Education*. 35(4): 169.
- Wen, Feng Yu, Hsiao, Ching She, Yu, Mei Lee. The effects of web-based/non-Web-based problem-solving instruction and high/low achievement on students' problem-solving ability and biology achievement. *Innovations in education and teaching international*. 2010 May; 47 (2): 187-199.







ภาคผนวก ก
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) รศ.ชลิรัตน์ ผยอมแย้ม

การศึกษา : วท.ม.นิเวศวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

2) ผศ.ดร.นันทรัตน์ เครืออินทร์

การศึกษา : ปร.ด.วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

3) ผศ.ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอู๋

การศึกษา : กศ.ด.การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

4) อ.ดร.ยุวรี ผลพันธ์

การศึกษา : ค.ด.วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

5) อ.ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง

การศึกษา : กศ.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. แบบทดสอบวัดความรู้เดิม

1) รศ.ชลิรัตน์ ผยอมแย้ม

การศึกษา : วท.ม.นิเวศวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

2) ผศ.ดร.นันทรัตน์ เครืออินทร์

การศึกษา : ปร.ด.วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

3) ผศ.ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอู๋ทัย

การศึกษา : กศ.ด.การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 สถานที่ทำงาน : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

4) อ.ดร.ยุวรี ผลพันธ์

การศึกษา : ค.ด.วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

5) อ.ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง

การศึกษา : กศ.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

1) ผศ.ดร.นันทรัตน์ เครืออินทร์

การศึกษา : ป.ร.ด.วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

2) ผศ.ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอู๋ทัย

การศึกษา : กศ.ด.การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 สถานที่ทำงาน : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

3) อ.ดร.ยุวรี ผลพันธ์

การศึกษา : ค.ด.วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4) อ.ดร.มิ่งขวัญ ภาคสญไชย

การศึกษา : ค.ด.วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

5) อ.ดร.ดวงใจ สีเขียว

การศึกษา : ค.ด.การวัดและประเมินผลการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. แผนการจัดการเรียนรู้

1) รศ.ชลีรัตน์ ผยอมยิ้ม

การศึกษา : วท.ม.นิเวศวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

2) ผศ.ดร.นันทรัตน์ เครืออินทร์

การศึกษา : ประ.ด.วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

3) อ.ดร.ยุวรี ผลพันธ์

การศึกษา : ค.ด.วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ทำงาน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4) อาจารย์พรรณรัชฎ์ โรจน์เพ็ญเพียร

ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขา ชีววิทยา
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม

5) อาจารย์จินตนา ภูศรี

ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขา ชีววิทยา
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย อำเภอเมืองนครปฐม
จังหวัดนครปฐม

ภาคผนวก ข

- ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียนวิชาชีววิทยา
- ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวิชาชีววิทยา
- ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนวิชาชีววิทยา
- ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้เดิม
- ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ชั้น วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติวิชาชีววิทยา
เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของ
คำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบทดสอบวัดความรู้เดิมของผู้เรียนวิชาชีพวิทยาลัย

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	0	0.8
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0.8
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	0	0.8
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	0	0.8
9	1	1	1	1	0	0.8
10	1	1	1	1	0	0.8
11	1	1	1	1	0	0.8
12	1	1	1	1	1	1
13	0	1	1	1	0	0.6
14	1	1	1	1	0	0.8
15	1	1	1	1	1	1
16	1	0	1	1	1	0.8
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	-1	1	0.6
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	-1	1	0.6
21	1	1	1	1	0	0.8
22	0	1	1	1	0	0.6
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	-1	0.6

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
26	1	1	1	1	-1	0.6
27	1	1	1	1	0	0.8
28	1	1	1	1	-1	0.6
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	0	0.8
32	1	1	1	1	0	0.8
33	1	1	1	1	0	0.8
34	1	1	1	1	0	0.8
35	1	1	1	1	0	0.8
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	-1	1	0.6
38	1	1	1	-1	1	0.6
39	1	1	1	-1	1	0.6
40	1	1	1	1	1	1

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของ
คำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวิชาชีพวิทยา

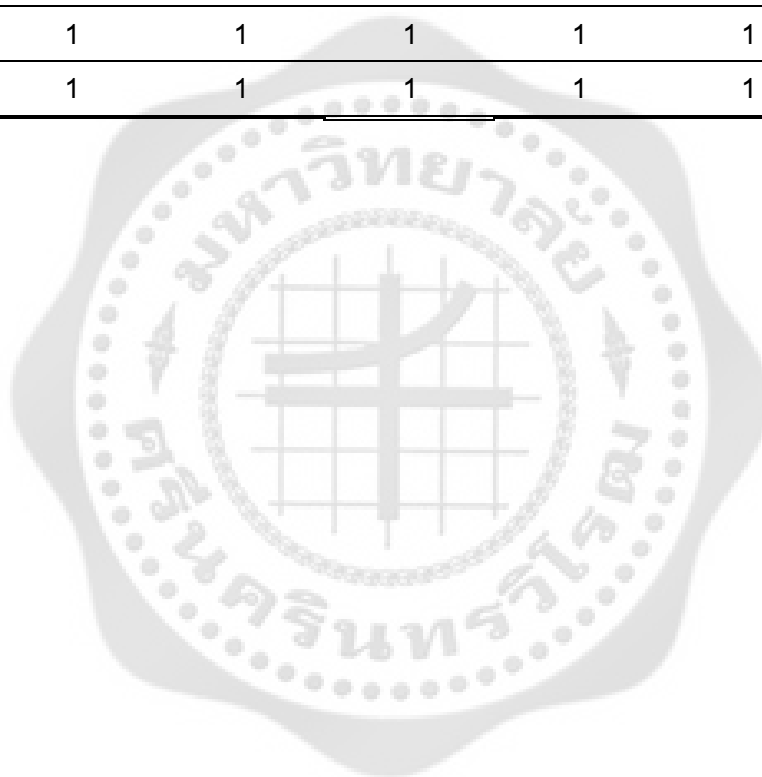
ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	0.8
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	0	1	1	1	1	0.8
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	0	1	1	1	1	0.8
13	1	1	1	1	1	1
14	0	1	1	1	1	0.8
15	1	1	1	1	1	1
16	0	1	0	1	1	0.6
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	0	1	1	1	1	0.8
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	0	1	1	1	1	0.8
25	1	1	1	1	1	1

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	0	1	0.8
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	0	1	0.8
34	1	1	1	1	1	1
35	0	1	1	1	1	0.8
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	0	1	1	1	0.8

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความชัดเจนของ
คำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือกและความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนวิชาชีพวิทยาลัย

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1



ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความรู้เดิม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.588	0.235	ใช้ได้
2	0.382	0.333	ใช้ได้
3	0.588	0.267	ใช้ได้
4	0.529	0.267	ใช้ได้
5	0.294	0.533	ใช้ได้
6	0.412	0.267	ใช้ได้
7	0.676	0.333	ใช้ได้
8	0.559	0.200	ใช้ได้
9	0.353	0.267	ใช้ได้
10	0.647	0.267	ใช้ได้
11	0.559	0.257	ใช้ได้
12	0.559	0.333	ใช้ได้
13	0.382	0.467	ใช้ได้
14	0.588	0.267	ใช้ได้
15	0.441	0.333	ใช้ได้
16	0.471	0.267	ใช้ได้
17	0.471	0.400	ใช้ได้
18	0.618	0.257	ใช้ได้
19	0.382	0.467	ใช้ได้
20	0.412	0.533	ใช้ได้
21	0.735	0.600	ใช้ได้
22	0.647	0.400	ใช้ได้
23	0.294	0.267	ใช้ได้
24	0.618	0.333	ใช้ได้
25	0.676	0.333	ใช้ได้
26	0.353	0.400	ใช้ได้
27	0.529	0.667	ใช้ได้
28	0.559	0.333	ใช้ได้
29	0.647	0.267	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
30	0.647	0.267	ใช้ได้
31	0.706	0.400	ใช้ได้
32	0.412	0.400	ใช้ได้
33	0.794	0.333	ใช้ได้
34	0.765	0.267	ใช้ได้
35	0.353	0.267	ใช้ได้
36	0.382	0.257	ใช้ได้
37	0.324	0.600	ใช้ได้
38	0.441	0.333	ใช้ได้
39	0.382	0.333	ใช้ได้
40	0.294	0.533	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.815

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.633	0.333	ใช้ได้
2	0.267	0.400	ใช้ได้
3	0.500	0.261	ใช้ได้
4	0.567	0.261	ใช้ได้
5	0.600	0.400	ใช้ได้
6	0.233	0.333	ใช้ได้
7	0.467	0.267	ใช้ได้
8	0.733	0.400	ใช้ได้
9	0.700	0.333	ใช้ได้
10	0.533	0.400	ใช้ได้
11	0.800	0.400	ใช้ได้
12	0.333	0.400	ใช้ได้
13	0.833	0.333	ใช้ได้
14	0.800	0.400	ใช้ได้
15	0.633	0.333	ใช้ได้
16	0.667	0.267	ใช้ได้
17	0.733	0.533	ใช้ได้
18	0.800	0.400	ใช้ได้
19	0.700	0.333	ใช้ได้
20	0.500	0.333	ใช้ได้
21	0.833	0.333	ใช้ได้
22	0.833	0.333	ใช้ได้
23	0.733	0.267	ใช้ได้
24	0.333	0.267	ใช้ได้
25	0.767	0.333	ใช้ได้
26	0.767	0.333	ใช้ได้
27	0.833	0.333	ใช้ได้
28	0.667	0.667	ใช้ได้
29	0.600	0.400	ใช้ได้

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
30	0.767	0.467	ใช้ได้
31	0.733	0.267	ใช้ได้
32	0.733	0.267	ใช้ได้
33	0.733	0.400	ใช้ได้
34	0.667	0.267	ใช้ได้
35	0.633	0.600	ใช้ได้
36	0.800	0.400	ใช้ได้
37	0.733	0.533	ใช้ได้
38	0.500	0.261	ใช้ได้
39	0.833	0.333	ใช้ได้
40	0.733	0.400	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.889

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ความยากง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดการคิดแก้ปัญหา

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	แปลผล
1	0.467	0.922	ใช้ได้
2	0.486	0.961	ใช้ได้
3	0.490	0.980	ใช้ได้
4	0.485	0.974	ใช้ได้
5	0.473	0.956	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.814



ภาคผนวก ค

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบทดสอบวัดความรู้เดิม วิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา วิชาชีววิทยา

แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง กรดนิวคลีอิก รหัสวิชา ว30241
รายวิชา ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เวลา 100 นาที

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้

4. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) เป็นสารชีวโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไปให้แสดงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตกรดนิวคลีอิกมี 2 ชนิด คือ DNA (deoxyribonucleic acid) และ RNA (ribonucleic acid)

3. สาระการเรียนรู้

โมเลกุลของกรดนิวคลีอิก ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) โมเลกุลของนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยหน่วยย่อย 3 ส่วน ได้แก่ หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมและไนโตรจีนัสเบส นิวคลีโอไทด์มีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด แตกต่างกันตามส่วนประกอบที่เป็นไนโตรจีนัสเบส นอกจากนี้นิวคลีโอไทด์ยังเป็นสารที่ให้พลังงานสูง เช่น ATP (adenosine triphosphate) นิวคลีโอไทด์จะเรียงตัวต่อกันเป็นสายยาวเรียกว่าพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) โมเลกุลของ DNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย เรียงตัวสลับทิศทางกันและมีส่วนของเบสยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน สาย DNA บิดเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียนขนาบส่วน RNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียว

DNA และ RNA มีน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน ใน DNA เป็นน้ำตาลดีออกซีไรโบส (deoxyribose) ส่วนใน RNA (ribose) เบสที่พบใน DNA และ RNA มีบางชนิดที่เหมือนกันและบางชนิดต่างกัน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- | | |
|--|--|
| ☒ ความสามารถในการสื่อสาร | ☒ ความสามารถในการคิด |
| ☒ ความสามารถในการแก้ปัญหา | ☒ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| ☒ ความสามารถในการด้านเทคโนโลยี | |

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- | | | |
|---|---|--|
| ☒ ความซื่อสัตย์สุจริต | ☒ มีวินัย | ☒ ใฝ่เรียนรู้ |
| ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน | ☐ รักความเป็นไทย | ☒ มีจิตสาธารณะ |
| ☐ อยู่อย่างพอเพียง | ☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | |

6. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- แบบฝึกหัด เรื่อง กรดนิวคลีอิก
- โมเดลโครงสร้าง DNA

7.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)

- 1.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกรดนิวคลีอิก ว่าคืออะไร มีประโยชน์อย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต แบ่งเป็นกี่ชนิด
- 1.3 ครูประเมินระดับความรู้เดิม เรื่อง กรดนิวคลีอิก ของนักเรียนจากการร่วมอภิปรายข้างต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- 2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาข่าวการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของคนร้ายในคดีฆ่าข่มขืน
- 2.2 ให้นักเรียนตอบคำถามว่าเอ็นเอ คืออะไร อยู่ในส่วนใดของร่างกาย เพราะเหตุใดจึงใช้วิธีการตรวจเอ็นเอพิสูจน์ตัวคนร้าย

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)

- 3.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน โดยคณะและความสามารถ แจ้งให้นักเรียนทราบก่อนการปฏิบัติกิจกรรม
- 3.2 ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการหาคำตอบ โดยให้นักเรียนศึกษา กิจกรรมใบความรู้ และใบงาน เพื่อรับทราบถึงสิ่งที่ต้องการจะศึกษาและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ

3.3 ครูให้เวลานักเรียนในการคิดหาคำตอบ ให้นักเรียนร่วมกันค้นหาคำตอบจาก ใบความรู้หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 1 รวมถึงสื่ออื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้

3.4 ให้นักเรียนประดิษฐ์ โครงสร้าง DNA จากกระดาษ พร้อมทั้งบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation)

4.1 ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดและนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล

4.2 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปหน้าห้องเรียน

4.3 สมาชิกภายในห้องเรียนร่วมกันอภิปรายผลการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นที่นำเสนอว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

4.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป เรื่อง ความสำคัญ โครงสร้างหน้าที่ การทำงาน ของกรดนิวคลีอิกเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า กรดนิวคลีอิก เป็นสารที่มีความสำคัญกับร่างกายเพราะเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5.1 จากการตอบคำถามของนักเรียน ครูตั้งคำถามต่อว่า นักเรียนคิดว่ากรดนิวคลีอิกมีความสำคัญอย่างไร มีโครงสร้างและหน้าที่การทำงานอย่างไร หากขาดกรดนิวคลีอิกจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตหรือไม่อย่างไร

5.2 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้รับ ประสบการณ์ และความรู้เดิม ให้สัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลถูกต้อง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

6.1 นักเรียนศึกษาใบความรู้เพิ่มเติมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม

6.2 ครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจ

6.3 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกเกี่ยวกับ เรื่อง กรดนิวคลีอิก ได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ กรดนิวคลีอิก เรียบร้อยแล้ว ครูให้คำถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งและเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ให้นักเรียนร่วมกันคิดว่าในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตมีการใช้ประโยชน์จากการตรวจลายพิมพ์เอ็นเอ อย่างไร ให้นักเรียนทำข้อสอบ O-NET

8. สื่อ /แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง กรดนิวคลีอิก
2. แบบฝึกหัด เรื่อง กรดนิวคลีอิก
3. หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของ สสวท.

9. การวัดและประเมินผล

- คะแนนจากแบบฝึกหัด เรื่อง กรดนิวคลีอิก ได้ไม่น้อยกว่า 75 %
- สามารถอธิบายโมเดลโครงสร้าง DNA และตอบคำถามได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่า 75 %

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 75 %
ตรวจจากแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด เรื่อง กรดนิวคลีอิก	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 75 %

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

10.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางมัทนี เสี่ยงเสนาะ)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่อง กรดนิวคลีอิก

DNA

1. DNA เป็น พอลิเมอร์ (Polymer) ประกอบขึ้นด้วยหน่วยย่อย (Monomer) เรียกว่านิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) โดยแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส, เบสชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิด คือ เบสอะดีนีน (A), กวานีน (G), ไซโทซีน (C), หรือ ไทมีน (T) และกรดฟอสฟอริก ชนิดละ 1 โมเลกุล โดยนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วย จะมีหมู่ฟอสเฟตเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลและมีเบสเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาล

2. แต่ละนิวคลีโอไทด์เชื่อมกันเป็นสายยาว โดยมีการสร้างพันธะระหว่างหมู่ฟอสเฟตของนิวคลีโอไทด์หนึ่งกับน้ำตาลของนิวคลีโอไทด์อีกหนึ่งที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3' (อ่านว่า 3 ไพรม์) เกิดเป็นสายยาวเรียกว่า พอลินิวคลีโอไทด์ (Polynucleotide) ซึ่งมีปลายด้านหนึ่งเป็นคาร์บอนตำแหน่งที่ 5' (อ่านว่า 5 ไพรม์) จับกับหมู่ฟอสเฟตและอีกปลายหนึ่งเป็นคาร์บอนตำแหน่งที่ 3' ซึ่งมีหมู่ OH ของน้ำตาล

3. DNA โมเลกุลหนึ่งประกอบขึ้นจากพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย โดยสายทั้งสองนี้จะยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) ระหว่างคู่เบส A กับ T ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ และ C กับ G ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ

4. พอลินิวคลีโอไทด์สองสายในโมเลกุลของ DNA นั้น แต่ละสายจะมีทิศทางจาก 5' ไป 3' ขนานกันแบบตรงข้าม (Antiparallel) และจะมีการบิดพันรอบกันเป็นเกลียวเวียนขวาเรียกว่า α -double helix โดยการบิด 1 รอบ จะเป็นระยะทาง 34 อังสตรอม หรือ 3.4 นาโนเมตร จะประกอบด้วย 10 คู่เบส

RNA

1. RNA เป็นกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่งที่ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อย (Monomer) เรียกว่านิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) โดยแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยสาร 3 ชนิด ชนิดละ 1 โมเลกุล ดังนี้

1.1 น้ำตาลไรโบส (ribose = $C_5H_{10}O_5$)

1.2 กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)

1.3 เบสไนโตรเจนชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิด เบสอะดีนีน (A), กวานีน (G), ไซโทซีน (C), หรือ ยูราซิล (U)

2. นิวคลีโอไทด์ต่างๆ จำนวนมากมายเชื่อมกัน กลายเป็นพอลิเมอร์สายยาว คือ โมเลกุลของ RNA

3. มีหลายชนิด โดย 3 ชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ 1) mRNA หน้าที่ เป็นองค์ประกอบของไรโบโซมและเป็นแหล่งยัดของ RNA ในกระบวนการแปลรหัส 2) rRNA หน้าที่ ถอดรหัสพันธุกรรมบน mRNA ออกมาเป็นลำดับกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์ 3) tRNA หน้าที่ เป็นตัวนำข้อความพันธุกรรมจาก DNA มายังไซโทพลาสซึมเพื่อเป็นต้นแบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์

ซาร่า โชว์ผลตรวจDNA น้องแม็กซ์เวลล์ ลูกไมค์ ชัวร์



เรียกว่าสบายใจกันทั้ง2ครอบครัว เมื่อผลตรวจDNA ของน้องแม็กซ์เวลล์ พิสูจน์ชัดแล้วว่า เป็นลูกแท้ๆ ของนักร้องหน้าหวาน ไมค์ พิรัชต์ แน่หนอน!! โดยคุณแม่นางแบบ ซาร่า คาซิงกินี ได้ อุ้มลูกชายมายืนนัยกลางรายการบันเทิง ไนน์เอ็นเตอร์เทน พร้อมโชว์ ผลตรวจ DNA อย่างเป็นทางการอีกด้วย..

โดยเมื่อเวลาประมาณ 17.00 น. นางแบบสาว ซาร่า คาซิงกินี ได้หอบลูกชาย น้องแม็กซ์เวลล์ พร้อมผล ตรวจDNA มานั่งเปิดใจกลางรายการบันเทิงชื่อดัง โดยเปิดเผยเป็นครั้งแรกว่าทั้ง เหนื่อยและมีความสุขกับการเลี้ยงลูกน้อย และตนเป็นฝ่ายขอเลี้ยงลูกเอง เนื่องจากรู้สึกหวงมาก เผยช่วงตั้งท้องแรกๆ ไม่บอกใครเลย ตัดสินใจบอกไมค์ตอนท้องได้ 4 เดือน และบอกกับครอบครัว ตอน 8 เดือน เนื่องจากเครียดมาก!! บอกนักร้องหนุ่ม ไมค์ พิรัชต์ เชื่อमतตลอดว่าเป็นลูกตน ผลตรวจDNAออกมาสดๆ ร้อนๆ เมื่อวานก็ปรากฏเป็นลูกไมค์จริงๆ ซึ่งฝ่ายชายถึงกับยี้ม และการตรวจครั้งนี้เพื่อความสบายใจของทั้งสองครอบครัว

สำหรับอนาคตยังไม่มีการพูดถึง เพราะจะคุยกันแต่เรื่องลูก ส่วนค่าเลี้ยงดูยังไม่มีการเรียกร้องอะไร และที่ออกมาพูดในวันนี้แค่อยากจะบอกผลDNAเท่านั้น พร้อมขอให้จบประเด็นนี้ สงสารลูก กระแสข่าวต่างๆ มีผลกระทบกับลูก ความรักทุกอย่างทุ่มให้ลูกหมด ความสัมพันธ์กับไมค์ เป็นแค่เรื่องอดีต ที่ผ่านมามีหนุ่มๆ เข้ามาจีบเยาะแหย่ขยี้ดทุกอย่างไว้อีก่อน

ยืนยันการมี น้องแม็กซ์เวลล์ ครั้งนี้ไม่ใช่เรื่องผิดพลาด ลูกเกิดมาจากความรัก! แอปเปิ้ลกับปัจจุบัน ก็ยังคุยกับไมค์ทุกวันเรื่องลูกไม่ว่าจะอยู่ในสถานะอะไร อยากให้ทุกอย่างจบแค่นี้ ชัฟพอร์ต ไมค์ ซาร่า และลูก!!

ที่มา : <http://gossipstar.mthai.com/gossip-content/47322>

แบบฝึกหัดเรื่อง กรดนิวคลีอิก

1. กรดนิวคลีอิกมีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. กรดนิวคลีอิกแบ่งออกเป็นกี่ชนิด

.....

.....

.....

3. หน่วยเล็ก ๆ ในโครงสร้างของกรดนิวคลีอิกคืออะไร มีส่วนประกอบ 3 อย่างคืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. จงบอกความแตกต่างของ DNA และ RNA ในหัวข้อที่กำหนดให้ถูกต้อง

รายการความแตกต่าง	DNA	RNA
หน้าที่		
ชนิดของน้ำตาลเพนโทส		
หมู่เบส		
จำนวนสายของพอลินิวคลีโอไทด์		

6. หากร่างกายขาดกรดนิวคลีอิกจะมีผลอย่างไร

.....

.....

.....

7. ในชีวิตประจำวันนักเรียนสามารถพบการใช้ประโยชน์จากการตรวจลายพิมพ์อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง โปรตีน

รหัสวิชา ว30241

รายวิชา ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เวลา 100 นาที

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้

4. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่ากรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน นอกจากนี้โปรตีนบางชนิดอาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุอื่นๆ อีก เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถัน เป็นต้น

3. สาระการเรียนรู้

กรดอะมิโนในพืชและสัตว์นักวิทยาศาสตร์พบว่ามีการดอะมิโน 20 ชนิด ที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของสิ่งมีชีวิตทั่วไป กรดอะมิโนแต่ละชนิดเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ระหว่างหมู่อะมิโนกับหมู่คาร์บอกซิล เรียกว่า พันธะเพปไทด์(peptide bond) โครงสร้างซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่ต่อกันเป็นสายนี้เรียกว่า เพปไทด์ (peptide) โดยเพปไทด์นี้จะเรียกตามจำนวนกรดอะมิโน เช่น ไดเพปไทด์(dipeptide) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 หน่วย ไตรเพปไทด์(tripeptide) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 หน่วย ถ้าประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากเรียกว่า พอลิเพปไทด์ (dipeptide)

โปรตีนอาจประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ 1 สาย หรือมากกว่า 1 สาย เช่น โมเลกุลของฮีโมโกลบินประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ 4 สาย การที่โปรตีนแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันเนื่องจากมีลำดับของการเรียงตัวและจำนวนกรดอะมิโนแตกต่างกัน หน้าที่ของโปรตีนภายในเซลล์จึงมีความ

หลากหลาย บางชนิดทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ควบคุมการทำงานของร่างกาย หน้าที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน เป็นต้น

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความต้องการกรดอะมิโนไม่เหมือนกัน เช่น แบคทีเรียไม่ต้องการกรดอะมิโนจากอาหาร เนื่องจากสามารถสร้างกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตได้เอง ส่วนในคนกรดอะมิโนที่ร่างกายต้องกายและสังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้ต้องได้รับจากอาหาร เรียกว่า กรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ร่างกายของคนต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็น 8-10 ชนิด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ ส่วนกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างขึ้นเองได้ เรียกว่า กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (nonessential amino acid)

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- | | |
|--|--|
| ☒ ความสามารถในการสื่อสาร | ☒ ความสามารถในการการคิด |
| ☒ ความสามารถในการแก้ปัญหา | ☒ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| ☒ ความสามารถในการด้านเทคโนโลยี | |

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- | | | |
|---|---|--|
| ☒ ความซื่อสัตย์สุจริต | ☒ มีวินัย | ☒ ใฝ่เรียนรู้ |
| ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน | ☐ รักความเป็นไทย | ☒ มีจิตสาธารณะ |
| ☐ อยู่อย่างพอเพียง | ☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | |

6. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน

7.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนรับประทานในมือที่ผ่านมามีอาหารประเภทใดบ้าง เขียนคำตอบของนักเรียนไว้
3. ให้นักเรียนร่วมกันบอกว่าอาหารชนิดใดบ้างที่นักเรียนรับประทานเป็นอาหารประเภทโปรตีน

ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน โดยละความสามารถ
2. ให้นักเรียนดูภาพเด็กที่ขาดโปรตีน ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของกรดอะมิโน
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ได้แก่

- 2.1 โปรตีนมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร
- 2.2 ร่างกายนำเนื้อสัตว์ไปใช้ได้อย่างไร
- 2.3 หน่วยที่เล็กที่สุดของโปรตีน คือ อะไร ประกอบด้วยธาตุหลัก 4 ชนิด ได้แก่ อะไรบ้าง
- 2.4 โปรตีนแบ่งเป็นกี่ชนิด
- 2.5 เราจะมีวิธีการตรวจสอบโปรตีนอย่างไร
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง โปรตีน วางแผนแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ศึกษารายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม
5. ให้ทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมเรื่องโปรตีนและสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามในใบกิจกรรม

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโปรตีน ประโยชน์จากโปรตีนที่มีต่อร่างกาย
2. ตั้งคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจว่า
 - 2.1 เหตุใดเมื่อไม่สบายจึงควรรับประทานอาหารอ่อน ๆ เช่น ข้าวต้ม
 - 2.2 เราจะมีวิธีปฏิบัติตนอย่างไรให้ร่างกายไม่ขาดโปรตีน

8. สื่อ /แหล่งเรียนรู้

1. แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน
2. หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของ สสวท.

9. การวัดและประเมินผล

- คะแนนจากแบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน ได้ไม่น้อยกว่า 75 %

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 75 %
ตรวจจากแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 75 %

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

10.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางมัทนี เสียงเสนาะ)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่อง โปรตีน

ธาตุหลักที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ

C H O N นอกจากนี้อาจมี S, P, Fe ก็ได้ ขึ้นกับชนิดของโปรตีน

องค์ประกอบพื้นฐานหรือหน่วยย่อย (Monomer) ของโปรตีน

กรดอะมิโน

ประเภทของกรดอะมิโน

จำแนกตามความจำเป็นต่อร่างกาย

1) กรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) คือกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างเองไม่ได้ แต่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและการพัฒนาของสมอง ขาดไม่ได้ จึงต้องบริโภคเข้าไป พบในเนื้อสัตว์ นม ไข่ เครื่องในสัตว์ (โปรตีนสมบูรณ์) มี 9 ชนิด คือ Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophane และ Valine * Histidine เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในวัยเด็ก

2) กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (nonessential amino acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างได้เองเพียงพอไม่ต้องกินเข้าไป ได้แก่ Alanine, Arginine, Asparagine, Aspartic acid, Cysteine, Glutamic acid, Glutamine, Glycine, Proline, Serine, Tyrosine

อาหารที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนมีคุณค่าโปรตีนสูง จัดเป็นโปรตีนสมบูรณ์ ได้แก่ ถั่วเหลือง ไข่ และเครื่องในสัตว์

โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน

กรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ จะมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide bond) โดย

- ถ้ากรดอะมิโน 2 โมเลกุล มาเชื่อมต่อกันจะได้เป็น Dipeptide
- ถ้ากรดอะมิโน 3 โมเลกุล มาเชื่อมต่อกันจะได้เป็น Tripeptide
- ถ้ากรดอะมิโนมากมาย เช่น 100 โมเลกุลขึ้นไปมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่า

Polypeptide โดย Polypeptide 1 สาย หรือมากกว่า 1 สายจะกลายเป็นโปรตีน 1 โมเลกุล

แบบฝึกหัด เรื่อง โปรตีน

1. โปรตีนมีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. โปรตีนมีหน้าที่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. หน่วยเล็ก ๆ ในโครงสร้างของโปรตีนคืออะไร ประกอบด้วยธาตุสำคัญอะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. สายยาวของโปรตีน แต่ละหน่วยต่อกันด้วยพันธะอะไร

.....

.....

.....

5. หากร่างกายขาดโปรตีนจะมีผลอย่างไร

.....

.....

.....

6. สายของพอลิเพปไทด์สายหนึ่ง ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวน 4 ชนิด จะมีลำดับการจัดเรียงได้กี่แบบ พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความรู้เดิม วิชาชีววิทยา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลความรู้เดิม วิชาชีววิทยา มีคำถาม ทั้งหมด 40 ข้อใช้เวลา 50 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวและนักเรียนสามารถเลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น
3. นักเรียนทำเครื่องหมาย x ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวดังตัวอย่างเมื่อนักเรียนต้องการตอบข้อ ค
ตัวอย่าง
ก. ☐ ข. ☐ ค. ☒ ง. ☐
4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นขวางทับเครื่องหมายในข้อเดิม แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการ ดังตัวอย่าง
ตัวอย่าง
ก. ☐ ข. ☒ ค. ☒ ง. ☐
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้
6. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบเท่านั้น

แบบทดสอบวัดความรู้เดิม	วิชาชีววิทยา	หน้าที่ 1
1. เพราะเหตุใดเมื่อพืชตายลง แล้วเรายังสามารถนำส่วนต่างๆ ของพืชมาใช้ประโยชน์ได้ ก. เพราะพืช มีผนังเซลล์ช่วยทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้แก่พืช ข. เพราะพืช ไม่มีจุลินทรีย์มาทำหน้าที่ย่อยสลาย ค. เพราะพืช มีเซลล์ที่หนากว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ง. เพราะพืช มีเซลล์เรียงกันชนิดแน่นจึงทำให้เกิดความแข็งแรง 2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก. ยีสต์ สาหร่าย ข. แบคทีเรีย ไคอะตอม ค. พารามีเซียม สาหร่ายเกลียวทอง ง. ข้าว ไล่เดือน 3. เซลล์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นเซลล์ที่แตกต่างจากข้ออื่น ก. เซลล์ประสาท ข. เซลล์กล้ามเนื้อ ค. เซลล์คุม ง. เซลล์ไขมัน 4. หากนำเซลล์สาหร่ายหางกระรอกมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะ<u>ไม่พบ</u>โครงสร้างใด ก. ผนังเซลล์ ข. เซนทริโอล ค. คลอโรพลาสต์ ง. เยื่อหุ้มเซลล์	5. กลุ่มของเซลล์ที่รูปร่างเหมือนกัน มาอยู่ด้วยกันเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง คือข้อใด ก. เซลล์ ข. เนื้อเยื่อ ค. อวัยวะ ง. ระบบ 6. เพราะเหตุใด เวลาชาวสวนปักชำต้นไม้จึงต้องเด็ดใบพืชออก ก. ลดการคายน้ำ ข. ลดการสังเคราะห์ด้วยแสง ค. เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุ ง. พืชจะฟื้นตัวได้เร็ว 7. พืชในข้อใดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั้งหมด ก. กล้วยาณ บัว อ้อย ข. ข้าว อ้อย มะพร้าว ค. ผักบุ้ง ข้าวโพด ฝั ง. แตงกวา กล้วยาณ ฝั 8. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช ก. เมล็ดขนุนงอก ผักต้นโงกทาง ข. ใบต้นตายใบเป็น หน่อสัประด ค. หัวมันเทศ เหง้าขมัน ง. หน่อกล้วย หัวแห้ว	

แบบทดสอบวัดความรู้เดิม	วิชาชีววิทยา	หน้าที่ 2
9. ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับปัจจัยที่ควบคุมการแพร่ ก. สารที่มีความเข้มข้นมากจะแพร่ได้ดีกว่าสารที่มีความเข้มข้นน้อย ข. สารที่มีอนุภาคเล็กจะแพร่ได้เร็วกว่าสารที่มีอนุภาคใหญ่ ค. การเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยให้การแพร่เกิดได้ดีขึ้น ง. สารที่ละลายช้าจะแพร่ได้ดีกว่าสารที่ละลายเร็ว 10. ข้อใดต่อไปนี้อันไม่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช ก. การหุบใบของไมยราพเมื่อได้รับการสัมผัส ข. ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสงอาทิตย์ ค. พืชที่ปลูกไว้ริมหน้าต่างโค้งเข้าหาแสง ง. พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากในช่วงเวลากลางวัน 11. หากนักเรียนรับประทานข้าวเหนียว กล้วย อาหารชนิดใดจะถูกย่อยเชิงเคมีเป็นลำดับแรก และบริเวณใด ก. ข้าวเหนียว ย่อยที่ปาก ข. กล้วย ย่อยที่ปาก ค. ไขมันในเนื้อหมู ย่อยที่กระเพาะอาหาร ง. กล้วยและข้าวเหนียว ย่อยที่กระเพาะอาหาร 12. กระเพาะอาหารมีเอนไซม์ชนิดใดและทำหน้าที่ย่อยอาหารชนิดใด ก. อะไมเลส/แป้ง ข. กรดไฮโดรคลอริก/โปรตีน	ค. เพปซิน/โปรตีน ง. ลิเพส/แป้ง 13. หากนำน้ำล้างกระเพาะหมูมาตรวจสอบจะ<u>ไม่ควรพบสาร</u>ในข้อใด ก. กรดไฮโดรคลอริก ข. เพปซิน ค. เรนิน ง. อะไมเลส 14. คนป่วยที่มีความผิดปกติที่ตับ ไม่ควรรับประทานอาหารประเภทใด ก. โปรตีน ข. ไขมัน ค. คาร์โบไฮเดรต ง. วิตามินและเกลือแร่ 15. เมื่อเราผ่าหัวใจหมูดูจะพบหัวใจห้องที่มีผนังหนากว่าห้องอื่น หัวใจห้องนั้นคือห้องใด มีหน้าที่อะไร ก. เอเทรียมซ้าย สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย ข. เอเทรียมซ้าย ส่งเลือดไปฟอกที่ปอด ค. เวนทริเคิลซ้าย สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย ง. เวนทริเคิลซ้าย ส่งเลือดไปฟอกที่ปอด 16. เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย สิ่งใดต่อไปนี้จะยับยั้งมากที่สุด ก. เม็ดเลือดขาว ข. เม็ดเลือดแดง ค. เกล็ดเลือด ง. น้ำเลือด 17. ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับอวัยวะและของเสียของระบบขับถ่ายมนุษย์ ก. ไต/ น้ำปัสสาวะ ข. ลำไส้เล็ก/อุจจาระ ค. ปอด/แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ง. ผิวหนัง/เหงื่อ	

แบบทดสอบวัดความรู้เดิม	วิชาชีววิทยา	หน้าที่ 3
18. เราจะสามารถป้องกันการเกิดโรคจิตสีดวงทวารได้อย่างไร ก. ดื่มน้ำน้อย ๆ ข. เคี้ยวอาหารให้ละเอียด ค. รับประทาน แป้งและโปรตีนให้มาก ง. รับประทานอาหารที่มีกากใยเป็นประจำ	ค. ลักยิ้ม ง. การห่อลิ้น	
19. หากเราเป่าลมหายใจลงในน้ำปูนใสที่บรรจุอยู่ในหลอดทดลอง แล้วพบว่ามียีสขึ้นขาวขึ้นเกิดขึ้น เราจะสรุปเกี่ยวกับการทดลองนี้ว่าอย่างไร ก. ในลมหายใจมี CO ₂ ข. ในลมหายใจมีไอน้ำ ค. ในลมหายใจมีความชื้น ง. ในลมหายใจมี O ₂	23. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซม ก. โครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด ข. โครมาทิดเชื่อมกันบริเวณที่เรียกว่า เซนโทรเมียร์ ค. จุดเซนโทรเมียร์ จะอยู่ตรงกึ่งกลางของแท่งโครโมโซมเสมอ ง. โครโมโซมเกิดจากการพับไปมาของเส้นใยโปรตีน เรียกว่า โครมาทิน	
20. ไก่และไข่ เป็นฝาแฝดชายหญิง กรณีนี้ น่าจะเกิดจากปฏิสนธิระหว่างไข่และอสุจิ ตามข้อใด ก. ไข่ 2 ใบ กับ อสุจิ 2 ตัว ข. ไข่ 2 ใบ กับ อสุจิ 1 ตัว ค. ไข่ 1 ใบ กับ อสุจิ 2 ตัว ง. ไข่ 1 ใบ กับ อสุจิ 1 ตัว	24. หากนำต้นถั่วที่มีขอบใบหยักที่เป็นเฮเทอโรไซกัส มาผสมกัน ลูกที่ได้จะมีฟีโนไทป์เป็นแบบใด ก. ขอบใบหยัก 25 เปอร์เซ็นต์ ขอบใบเรียบ 75 เปอร์เซ็นต์ ข. ขอบใบหยัก 75 เปอร์เซ็นต์ ขอบใบเรียบ 25 เปอร์เซ็นต์ ค. ขอบใบหยัก 50 เปอร์เซ็นต์ ขอบใบเรียบ 50 เปอร์เซ็นต์ ง. ขอบใบหยัก 100 เปอร์เซ็นต์	
21. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม ก. ผมตรงเหมือนแม่ ข. ห่อลิ้นได้เหมือนพ่อ ค. ผิวขาวเหมือนพี่สาว ง. ขอบปิ่นจักรยานเหมือนพี่ชาย	25. นาย ก ทำการผสมถั่วได้รุ่นลูกออกมาเป็นถั่ว ต้นสูง 49 ต้น ต้นเตี้ย 51 ต้น จีโนไทป์ของถั่วรุ่น พ่อ แม่ ที่นำมาผสมน่าจะเป็นตามข้อใด (กำหนดให้ T ควบคุมลักษณะต้นสูง, t ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย) ก. TT x TT ข. TT x Tt ค. Tt x tt ง. TT x tt	
22. ลักษณะทางพันธุกรรมในข้อใดต่อไปนี้ เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่แปรผันแบบต่อเนื่อง ก. สีผิว ข. ดึงหู		

26. ข้อใดแสดงถึงระบบนิเวศ ได้ชัดเจนมากที่สุด

- ก. ผึ้งนกนางนวล 100 ตัว อาศัยอยู่บริเวณป่าชายเลนเพราะอากาศอบอุ่น
- ข. สุนัขจิ้งจอก 25 ตัว รวมตัวกันอยู่ที่ทุ่งหญ้า
- ค. นักกำลังจับปลาอยู่ในบึงบัวกว้าง 20 เมตร
- ง. กบ 1 ตัว อยู่ในบ่อเลี้ยงปลาที่ถูกจับไปขายหมดแล้ว

27. ข้อใดต่อไปนี้แสดงลักษณะของห่วงโซ่อาหารได้ถูกต้อง

- ก. สาหร่าย → ปลา → คน
- ข. สาหร่าย ← ปลา ← คน
- ค. สาหร่าย → ปลา ← คน
- ง. สาหร่าย → ปลา → คน

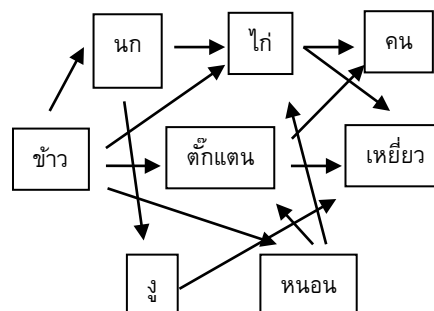
28. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

- ก. ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของสารในระบบ
- ข. ช่วยให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุล
- ค. ช่วยให้ระบบมีสารต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ
- ง. ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

29. ข้อใดต่อไปนี้ มีความสัมพันธ์ เช่นเดียวกับ “นกเอี้ยงกับควาย”

- ก. นกทำรังบนต้นไม้ใหญ่
- ข. โพรโทซัวในลำไส้ปลวก
- ค. ผึ้งกับดอกไม้
- ง. ไลเคน

30.



จากภาพ เรียกว่า อะไร

- ก. การหมุนเวียนของพลังงาน
- ข. การหมุนเวียนของสาร
- ค. ห่วงโซ่อาหาร
- ง. สายใยอาหาร

31. การหายใจของมนุษย์และสัตว์ เกี่ยวข้องกับวัฏจักรสารในข้อใด มากที่สุด

- ก. วัฏจักรน้ำ
- ข. วัฏจักรคาร์บอน
- ค. วัฏจักรฟอสฟอรัส
- ง. วัฏจักรไนโตรเจน

32. ข้อใดคือทรัพยากรที่แตกต่างจากข้ออื่นมากที่สุดในการใช้ประโยชน์

- ก. แก๊สธรรมชาติ
- ข. ถ่านหิน
- ค. น้ำมัน
- ง. ป่าไม้

33. การกระทำของบุคคลในข้อใดส่งผลเสียต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

- ก. อ้าพล ใช้ถุงผ้าที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติแทนถุงพลาสติก
- ข. อ้านาจ ซื้อเสื้อผ้าใหม่ทุกสัปดาห์เพื่อความสวยงาม
- ค. อ้าไพ๋ นำกล่องนมไปบริจาคเพื่อใช้ทำโต๊ะเรียน
- ง. อ้านวนย ใช้แชมพูชนิดเติมแทนการซื้อขวดใหม่

แบบทดสอบวัดความรู้เดิม	วิชาชีววิทยา	หน้าที่ 5
34. หากต้องการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันควรทำอย่างไร จึงน่าจะเกิดผลดีในระยะยาวมากที่สุด ก. ลดจำนวนประชากร ข. เพิ่มการขยายตัวของชุมชนเมือง ค. ปลุกจิตสำนึกเพื่อส่วนรวมให้แก่เยาวชน ง. ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเพื่อลดเวลาแต่ได้ผลผลิตมาก	38. การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน ใช้แนวความคิดของใคร และมีการแบ่งอย่างไร ก. อริสโตเติล แบ่งได้ 2 กลุ่ม ข. เอิร์นสต์ แฮคเกิล แบ่งได้ 3 อาณาจักร ค. คาโรลัส ลินเนียส แบ่งได้ 4 อาณาจักร ง. รอเบิร์ต วิทเทเกอร์ แบ่งได้ 5 อาณาจักร	
35. ข้อใดเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ประหยัดน้อยที่สุด ก. น้ำท่วมใหญ่เมื่อปี 2554 ข. การสร้างเขื่อนแม่วงษ์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ค. ไฟไหม้บ่อขยะที่จังหวัดสมุทรปราการ ง. แผ่นดินทรุดตัวเนื่องจากแผ่นดินไหว	39. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>ผลของการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพมาใช้ประโยชน์ ก. ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้รู้จักสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากเดิมเพิ่มมากขึ้น ข. ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ค. ช่วยให้ธรรมชาติคงอยู่อย่างยั่งยืน ง. ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างไม่จำกัด	
36. ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตอยู่หลายลักษณะ ยกเว้น ข้อใด ก. ซากดึกดำบรรพ์ ข. ลักษณะทางพันธุกรรม ค. โครงสร้างของเซลล์ ง. ขนาดร่างกายของสิ่งมีชีวิต	40. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ใช่</u>ประโยชน์ที่ได้จากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ก. ช่วยเหลือครอบครัวที่มีบุตรยากให้สามารถมีบุตรได้ ข. ช่วยในการขยายพันธุ์พืชหายากและพืชเศรษฐกิจ ค. ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์มีโอกาสป่วยเป็นมะเร็งได้น้อยลง ง. สามารถหาตัวผู้กระทำความผิดได้จากการตรวจ DNA	
37. ข้อใดต่อไปนี้ คือ ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของมนุษย์ ก. <u>Homo sapiens</u> ข. Homo sapiens ค. Homo Sapiens ง. <u>Homo sapiens</u>		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา

เรื่อง เคมีพื้นฐานในสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

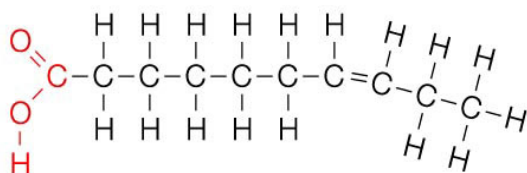
1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีพื้นฐานในสิ่งมีชีวิต มีคำถามทั้งหมด 40 ข้อใช้เวลา 50 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวและนักเรียนสามารถเลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น
3. นักเรียนทำเครื่องหมาย x ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวดังตัวอย่าง เมื่อนักเรียนต้องการตอบข้อ ค
ตัวอย่าง
ก. ☐ ข. ☐ ค. ☒ ง. ☐
4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นขวางทับเครื่องหมายในข้อเดิม แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการ ดังตัวอย่าง
ตัวอย่าง
ก. ☐ ข. ☒ ค. ☒ ง. ☐
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้
6. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบเท่านั้น

1. สมัยก่อนพบว่าคนทางภาคเหนือและอีสานป่วยเป็นโรคคอตีบพอกันมาก แพทย์จึงแนะนำให้รับประทานเกลืออนามัย เนื่องจากเหตุผลในข้อใด ก. เป็นเกลือที่เติมธาตุโซเดียมลงไป ข. เป็นเกลือที่เติมธาตุไอโอดีนลงไป ค. เป็นเกลือที่เติมธาตุแคลเซียมลงไป ง. เป็นเกลือที่เติมธาตุโพแทสเซียมลงไป 2. เมื่อมีอาการท้องเสีย ต้องรับประทานน้ำเกลือแร่ เพราะเหตุใด ก. ควบคุมสมดุลของน้ำ ข. จะเข้าไปทดแทนน้ำที่เสียไป ค. ควบคุมการสร้างสารบางชนิด ง. ช่วยปรับค่า pH ลดการทำงานของเชื้อโรค 3. ผลตรวจร่างกายของสมพรพบว่ามีอาการขาดธาตุเหล็ก นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลต่อระบบใดของร่างกายสมพรมากที่สุด ก. ระบบขับถ่าย ข. ระบบสืบพันธุ์ ค. ระบบย่อยอาหาร ง. ระบบหมุนเวียนโลหิต 4. เพราะเหตุใดหญิงที่ตั้งครรภ์จึงมีความต้องการแคลเซียมมากกว่าหญิงปกติ ก. เพื่อชดเชยแคลเซียมที่สูญเสียไปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ข. เพราะต้องใช้ในการสร้างกระดูกและฟันของตนเอง ค. เพราะใช้ในการสร้างกระดูกและฟันของลูกในครรภ์	ง. เพราะขณะตั้งครรภ์จะมีการดูดซึมแคลเซียมได้น้อยกว่าปกติ 5. หญิงและชาย เพศใดควรจะมีความต้องการธาตุเหล็กมากกว่ากัน เพราะเหตุใด ก. ทั้ง 2 เพศ มีความต้องการธาตุเหล็กเท่าๆ กัน ข. เพศหญิง เพราะ ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้น้อยกว่าเพศชาย ค. เพศชาย เพราะ เพศชายมีปริมาณเลือดมากกว่าเพศหญิง ง. เพศหญิง เพราะ เพศหญิงมีการสูญเสียเลือดประจำเดือน 6. เกลือแกง มีสมบัติละลายน้ำได้ดี จัดเป็นสารประเภทใด ก. ไฮโดรฟอบิก ข. ไฮโดรฟิลิก ค. ไฮโดรคาร์บอน ง. ไฮโดรโปนิกส์ 7. การทดสอบน้ำตาลได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้ หลอดที่ 1 เติมเบเนดิกซ์ แล้ว ต้มได้สีเหลือง มีตะกอนเล็กน้อย หลอดที่ 2 เติมเบเนดิกซ์ แล้ว ต้มได้สี ส้ม มีตะกอนมาก หลอดที่ 3 เติมเบเนดิกซ์ แล้ว ต้มได้สี ส้ม ไม่มีตะกอน จากผลการทดลองที่ได้ หลอดใดที่มีปริมาณน้ำตาลสูงสุด ก. หลอดที่ 1 ข. หลอดที่ 2 ค. หลอดที่ 3 ง. หลอดที่ 4
--	---

- | | |
|---|--|
| <p>8. เวลาที่เราต้องการพลังงานสูง เราควรเลือกรับประทานในข้อใด<u>น้อยที่สุด</u></p> <p>ก. สเต็กเนื้อ มันฝรั่งทอด</p> <p>ข. สลัดผัก แดงโม</p> <p>ค. ข้าวกระเพรากุ้ง ไก่ย่าง</p> <p>ง. ข้าวมันไก่ ลูกชิ้นทอด</p> <p>9. น้ำตาลในข้อใดแตกต่างจากข้ออื่นมากที่สุด</p> <p>ก. กลูโคส</p> <p>ข. มอลโทส</p> <p>ค. กาแลกโทส</p> <p>ง. ฟรุคโทส</p> <p>10. น้ำตาลมอลโทส 1 โมเลกุล เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลในข้อใด</p> <p>ก. กลูโคส + ซูโครส</p> <p>ข. กลูโคส + กาแลกโทส</p> <p>ค. กลูโคส + ฟรุคโทส</p> <p>ง. กลูโคส + กลูโคส</p> <p>11.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>จากภาพ A คือ สารชนิดใด</p> <p>ก. มอลโทส</p> <p>ข. แลกโทส</p> <p>ค. กลูโคส</p> <p>ง. ซูโครส</p> | <p>12. เพราะเหตุใดข้าวเหนียวจึงมีความหนืดมากกว่าข้าวเจ้า</p> <p>ก. ข้าวเหนียวมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าข้าวเจ้า</p> <p>ข. พันธะของแป้งในข้าวเหนียวยึดกันน้อยกว่าเหนียวแน่น</p> <p>ค. ข้าวเหนียวมีปริมาณ อะไมโลสต่ำกว่าข้าวเจ้า</p> <p>ง. ข้าวเหนียวมีปริมาณ อะไมโลสสูงกว่าข้าวเจ้า</p> <p>13. ไกลโคเจน พบในพืชหรือสัตว์และถูกสะสมไว้ที่ใด</p> <p>ก. พืช สะสมไว้ที่ แวคิวโอล</p> <p>ข. สัตว์ สะสมไว้ที่ ตับและกล้ามเนื้อ</p> <p>ค. พืช สะสมไว้ที่ หัวหรือเหง้า</p> <p>ง. สัตว์ สะสมไว้ที่ ใต้ผิวหนัง</p> <p>14. ข้อใดเรียงลำดับได้ถูกต้องตามลำดับโมเลกุลจากเล็กไปใหญ่</p> <p>ก. แลกโทส กาแลกโทส แป้ง</p> <p>ข. แป้ง แลกโทส มอลโทส</p> <p>ค. ซูโครส ฟรุคโทส แป้ง</p> <p>ง. ฟรุคโทส มอลโทส แป้ง</p> <p>15. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>หน้าที่ของโปรตีน</p> <p>ก. เป็นโครงสร้างของเซลล์</p> <p>ข. ทำหน้าที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน</p> <p>ค. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายในเซลล์</p> <p>ง. ป้องกันการสูญเสียน้ำ ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย</p> |
|---|--|

16. กรดอะมิโนชนิดหนึ่งมีสายพอลิเพปไทด์จำนวน 6 ชนิด ชนิดละ 1 โมเลกุล จะสามารถมีสายเพปไทด์ที่มีลำดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกันทั้งหมดกี่แบบ ก. 720 ชนิด ข. 680 ชนิด ค. 540 ชนิด ง. 360 ชนิด 17. โปรตีนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว คือ ข้อใด ก. แอกติน และ ไมโอโกลบิน ข. แอกติน และ ไมโอซิน ค. ไมโอซิน และ ไมโอโกลบิน ง. แอกติน และ โกลบูลิน 18. กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในวัยเด็ก คือ ข้อใด ก. แอสพาราจีน และ อาร์จีนิน ข. ไกลซีน และ ฮีสทิดีน ค. อาร์จีนิน และ ฮีสทิดีน ง. ฮีสทิดีน และ ทรีโตนเฟน 19. ธาตุที่พบในกรดอะมิโนทุกชนิด คือ ข้อใด ก. CHO ข. CHON ค. CHOK ง. CHOP 20. พันธะเคมีที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อหมู่อะมิโนและหมู่คาร์บอกซิลใน กรดอะมิโน คือ พันธะใด ก. พันธะไฮโดรเจน ข. พันธะโคเวเลนต์ ค. พันธะไกลโคซิดิก ง. พันธะเพปไทด์	21. จากรูป ส่วนที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม เรียกว่าอะไร ก. หมู่อะมิโน ข. หมู่คาร์บอกซิล ค. หมู่คาร์บอนิล ง. แอมโมเนีย 22. ฟอสโฟลิพิด จัดเป็นสารในพวกใด ก. วิตามิน ข. โปรตีน ค. ไขมัน ง. คาร์โบไฮเดรต 23. ลิพิดที่พบมากที่สุดในพื้นที่ผิวและสัตว์ คือ ข้อใด ก. ไดกลีเซอไรด์ ข. มอโนกลีเซอไรด์ ค. ไตรกลีเซอไรด์ ง. ไตรเพปไทด์ 24. หากเราต้องการลดความเสี่ยงที่จะเป็นโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด นักเรียนคิดว่า ควรจะปฏิบัติตนอย่างไร ก. กินอาหารต้ม นึ่ง แทนการผัด หรือทอด ข. กินอาหารให้ให้ครบ 5 หมู่ ค. กินอาหารปริมาณมากทุก ๆ วัน ง. ไม่รับประทานไขมันเลย
---	---

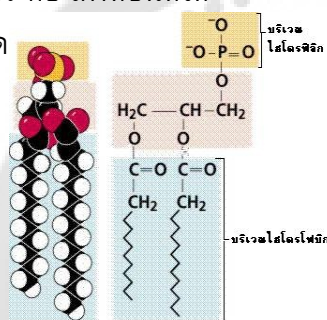
25. จากภาพ คือ สารในข้อใด



- ก. กรดอะมิโนจำเป็น
- ข. กรดอะมิโนไม่จำเป็น
- ค. กรดไขมันอิ่มตัว
- ง. กรดไขมันไม่อิ่มตัว

26. จากภาพด้านล่าง คือ ลิพิดชนิดใด

- ก. ฟอสโฟลิพิด
- ข. สเตอรอยด์
- ค. ไขมัน
- ง. น้ำมัน



27. หากนำสารต่อไปนี้มาชนิดละ 100 กรัม สารในข้อใดต่อไปนี้จะให้ปริมาณพลังงานสูงที่สุด

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. วิตามิน
- ง. คาร์โบไฮเดรต

28. ทดสอบโดยการถูกกับกระดาษแล้ว กระดาษมีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่าสารนั้น คือ สารในข้อใด

- ก. น้ำฝรั่ง
- ข. น้ำมันหมู
- ค. ไข่ขาว
- ง. น้ำแป้งสุก

29. สารใดไม่จัดเป็นสารชีวโมเลกุล

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. กรดนิวคลีอิก
- ง. เกลือแร่

30. น้ำตาลที่พบในในกรดนิวคลีอิก คือ ข้อใด

- ก. ไตรโอส
- ข. เฮกโซส
- ค. เพนโทส
- ง. กลูโคส

31. ข้อใดไม่ใช้ส่วนประกอบของ โมเลกุลของ นิวคลีโอไทด์(nucleotide)

- ก. ATP
- ข. น้ำตาล
- ค. หมู่ฟอสเฟต
- ง. ไนโตรจีนัสเบส

32. ข้อใด คือ ความแตกต่างระหว่างน้ำตาล ribose และ deoxyribose

- ก. ribose เป็นส่วนประกอบของ DNA ส่วน deoxyribose เป็นประกอบของ RNA
- ข. ribose เป็นส่วนประกอบของ RNA ส่วน deoxyribose เป็นประกอบของ DNA
- ค. ribose ให้พลังงานแก่เซลล์ deoxyribose ไม่ให้พลังงานแก่เซลล์
- ง. ไม่แตกต่างกันเพราะเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก

33. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. โมเลกุลของ DNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย
- ข. โมเลกุลของ RNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 1 สาย
- ค. พันธะที่ยึดระหว่างเบสใน DNA คือ พันธะไฮโดรเจน
- ง. เราสามารถพบเบสยูราซิลได้ใน โมเลกุลของ DNA

34. ข้อใดรวมเอาวิตามินที่แบ่งอยู่ต่างกลุ่มไว้ด้วยกัน

- ก. วิตามิน K และ E
- ข. วิตามิน A และ D
- ค. วิตามิน B และ C
- ง. วิตามิน A และ K

35. สมบัติที่มีอาการตาฟางใกล้ค่ำและกลางคืน นักเรียนคิดว่าน่าจะเกิดจากการขาดวิตามินชนิดใด

- ก. วิตามิน B₆
- ข. วิตามิน C
- ค. วิตามิน B₁₂
- ง. วิตามิน A

36. หากนักเรียนพบผู้ที่เป็โรคเหน็บชา อ่อนเพลีย นักเรียนจะแนะนำให้เขา รับประทานอาหารประเภทใด

- ก. ไข่ นม ถั่วตบ ข้าวซ้อมมือ
- ข. ผักใบเขียว ถั่วเหลือง
- ค. ส้ม มะเขือเทศ กล้วย
- ง. มันเทศ มะละกอสุก ผักป้ง

37. คนเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน ควร รับประทานอาหารประเภทใด

- ก. กะหล่ำปลี เห็ด ข้าวโพด
- ข. ฝรั่ง มะขามป้อม ส้ม
- ค. ยีสต์ เนื้อสัตว์ ตับ
- ง. ถั่ว ข้าวโพด นม

38. สมชายทำการทดสอบวิตามินซีโดยการหยด น้ำผลไม้ลงในน้ำเบ้งสุกที่ผสมไอโอดีน(ได้สี น้ำเงิน)ได้จำนวนหยดดังนี้

- น้ำมะนาว 15 หยด
- น้ำสัปรด 70 หยด
- น้ำมะละกอ 33 หยด
- น้ำมะเขือเทศ 9 หยด

จากข้อมูลน้ำผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซี สูงที่สุด

- ก. น้ำมะเขือเทศ
- ข. น้ำมะนาว
- ค. น้ำมะละกอ
- ง. น้ำสัปรด

39. หญิงคนหนึ่ง เวลาเกิดบาดแผล มักมีอาการ เลือดหยุดไหลช้า สาเหตุน่าจะมาจากเหตุผล ในข้อใด

- ก. ขาดวิตามิน E
- ข. ขาดวิตามิน K
- ค. ขาดวิตามิน D
- ง. ขาดวิตามิน B₆

40. การนำผักไปต้มในน้ำเดือด จะทำให้เกิดการ สูญเสียวิตามินในข้อใดมากที่สุด

- ก. วิตามิน C
- ข. วิตามิน K
- ค. วิตามิน D
- ง. วิตามิน A

แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา วิชาชีววิทยา

เรื่อง เคมีพื้นฐานในสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดการคิดแก้ปัญหา เรื่อง เคมีพื้นฐานในสิ่งมีชีวิต มีคำถามทั้งหมด 5 ข้อใช้เวลา 50 นาที
2. คำถามแต่ละข้อจะเป็นสถานการณ์ คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน ให้นักเรียนเขียนตอบจำนวน 4 ข้อ ให้ครอบคลุม ดังนี้
 - 1) ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งที่เรากำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา (1 คะแนน)
 - 2) ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม (2 คะแนน)
 - 3) ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา(3 คะแนน)
 - 4) ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ซึ่งเป็นการตัดสินใจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหานั้นๆ (4 คะแนน)
3. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบฉบับนี้
4. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบเท่านั้น

สถานการณ์ที่ 1 สมใจทำการทดสอบปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการผสมน้ำลายกับข้าวสวดยบโดยการนำข้าวสวดยบด้วยช้อนให้แล้วใส่ลงในหลอดทดลองจำนวน 3 หลอด หลอดละเท่า ๆ กัน โดยการใช้การประมาณด้วยสายตาแต่หลอดทดลองที่สมใจนำมาใช้นั้นมีขนาดไม่เท่ากันเนื่องจากเพื่อนกลุ่มอื่นใช้หลอดทดลองหมด แล้วนำน้ำลายใส่ลงไปในแต่ละหลอดจำนวน 1 , 2 และ 3 มิลลิลิตรตามลำดับ แต่ในหลอดทดลองที่ 3 นั้นสมใจได้ขอน้ำลายจากเพื่อนมารวมด้วยเพราะน้ำลายของสมใจไม่เพียงพอ จากนั้น ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที โดยมีได้คนให้เข้ากันแล้วนำมาทดสอบหาปริมาณน้ำตาล ผลปรากฏว่าหลอดที่ 3 ซึ่งมีปริมาณน้ำลายมากที่สุดกลับมีปริมาณน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยที่สุดจากเหตุการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากข้อ 3 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

วิชาชีววิทยา

หน้าที่ 2

สถานการณ์ที่ 2 สมถวิลทำการทดลองเพื่อทดสอบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ โดยคั้นน้ำผลไม้มาจากที่บ้าน ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำฝรั่ง น้ำสับปะรด และน้ำส้ม โดยสมมุติฐานของสมถวิล ตั้งไว้ว่าน้ำมะนาวมีวิตามินซีสูงที่สุด ในขั้นตอนการเตรียมสารเคมีที่จะใช้ทดสอบวิตามินปรากฏว่ากระบอกตวงสารขนาดที่ต้องการหมด สมถวิลจึงใช้กระบอกตวงที่มีขนาดใหญ่กว่าในการตวงสารแทน จากนั้นทำการทดลองพบว่า น้ำฝรั่งมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด สมถวิลกลัวโดนครูตำหนิว่าผลการทดลองผิดพลาดจึงได้บันทึกผลการทดลองไปว่าน้ำมะนาวมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้จากเหตุการณ์ดังกล่าวจงตอบคำถามต่อไปนี้

5. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้จะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

8. จากข้อ 7 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

วิชาชีววิทยา

หน้าที่ 3

สถานการณ์ที่ 3 สมศรีเป็นคนที่รับประทานอาหารได้ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ นม ไข่ ข้าว ผักผลไม้ต่าง ๆ ต่อมาเมื่อสมศรีโตเป็นสาว สมศรีคิดว่าตนเองอ้วนเกินไป แต่เนื่องด้วยสมศรีไม่ชอบการออกกำลังกาย จึงหันมารับประทานสลัดผักกับเนื้อสัตว์ ไม่รับประทานแป้ง ใช้น้ำสลัดสูตรไม่มีไขมัน ลดปริมาณอาหารที่รับประทานอาหารในแต่ละมื้อลง และและเนื้อสัตว์ที่รับประทานก็จะไม่ใช้วิธีการทอดเลยโดยเด็ดขาด เป็นเวลาหลายเดือน ต่อมาพบว่าตนเองมีอาการตาฟาง มองเห็นไม่ชัดในที่สลัว อ่อนเพลีย สมอองไม่แจ่มใส อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย จึงไปพบแพทย์ ผลตรวจออกมาพบว่าขาดสารอาหารจากเหตุการณ์ดังกล่าว จึงตอบคำถามต่อไปนี้

9. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

10. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

11. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

12. จากข้อ 11 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

วิชาชีววิทยา

หน้าที่ 4

สถานการณ์ที่ 4 สมชายจะทำการทดลองว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์หรือไม่ ทำการออกแบบการทดลองโดยการนำน้ำลายผสมลงในหลอดที่มีน้ำแป้งสุก ปริมาณหลอดละเท่า ๆ กันจำนวน 3 หลอด แต่เมื่อถึงเวลาทดลองไม่มีน้ำแป้งสุกจึงใช้หัวฝือกแทน โดยหลอดที่ 1 นำไปไว้ในน้ำเดือด หลอดที่ 2 วางไว้ในอุณหภูมิห้อง ส่วนหลอดที่ 3 ต้องนำไปไว้ในตู้เย็น แต่บังเอิญขณะที่จะทำการทดลองนั้นไฟดับ สมชายจึงไม่สามารถทำการทดลองในหลอดที่ 3 ได้ จากเหตุการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

13. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

14. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

15. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

16. จากข้อ 15 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา

วิชาชีววิทยา

หน้าที่ 5

สถานการณ์ที่ 5 สมหมายทำการทดลองเรื่องการออสโมซิสของน้ำ โดยใช้มันฝรั่งมาใช้ในการทดลอง โดยตัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมกว้าง 1 เซนติเมตร และ ยาว 3 เซนติเมตร ขนาดเท่ากัน จำนวน 3 ชิ้น ชั่งน้ำหนักครั้งแรกแล้วบันทึกไว้จากนั้นนำไปแช่ลงใน น้ำกลั่น น้ำเกลือ 0.85 % และ น้ำเชื่อม จากนั้นก็ให้นำมา ชั่งน้ำหนักอีกครั้งว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร แต่กลุ่มของสมหมายมาชั่งครั้งหลังเป็นกลุ่มสุดท้าย เมื่อลงมือชั่งปรากฏว่าเครื่องชั่งไม่ทำงาน ขณะที่เวลาของการทำการทดลองก็กำลังจะหมดลงและต้องรีบทำการทดลองให้เสร็จ จากเหตุการณ์ดังกล่าว จงตอบคำถามต่อไปนี้

17. นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เกิดปัญหาอย่างไร (1 คะแนน)

.....

.....

.....

18. นักเรียนคิดว่าปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะมาจากสาเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

19. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่ามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง บอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

20. จากข้อ 19 นักเรียนจะเลือก วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้น	ระดับคะแนน					คะแนนรายข้อ
	0	1	2	3	4	
ชั้นรู้จัก ปัญหา	บอกประเด็นปัญหา ไม่ถูกต้อง	บอกประเด็นปัญหา ถูกต้อง				1
ชั้น แสวงหา เค้าเงื่อน	ไม่ตอบคำถามหรือ บอกสาเหตุของ ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง	บอกสาเหตุของปัญหาได้ อย่างถูกต้อง แต่ไม่แสดง ให้เห็นถึงการเชื่อมโยง กับประสบการณ์เดิมที่ เคยเรียน	บอกสาเหตุของปัญหา ได้อย่างถูกต้อง แสดง ให้เห็นถึงการเชื่อมโยง กับประสบการณ์เดิมที่ เคยเรียน			2
ชั้น ตรวจสอบ ความ ถูกต้อง	ไม่ตอบคำถามหรือ บอกแนวทางการ แก้ปัญหาได้ไม่ ถูกต้อง	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 1 วิธีการ	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2 วิธีการ	บอกแนวทางการ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3 วิธีการ หรือมากกว่า		3
ชั้นการ ตัดสินใจ ตอบ สนอง	ไม่ตอบคำถาม	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหา แต่ไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์ และบอก เหตุผล	ตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์ บอก เหตุผลและ มีการ เชื่อมโยงกับความรู้ เดิม	4
รวมคะแนน ของทั้งสถานการณ์ที่กำหนด						10





ประวัตย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางมัทนี เสี่ยงเสนาะ
วัน เดือน ปีเกิด	19 สิงหาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	50/44 หมู่ 6 ตำบลมาบแค อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู อันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนปากท่อพิทยาคม จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยาประยุกต์ จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
พ.ศ. 2553	ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
พ.ศ. 2559	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ