

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ
และคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มณฑิธร ส่งเสริม

คู่มือฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิปันชาติ

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มกราคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์ และคณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณา
คุษฎีนิพนธ์ของ มณเฑียร ส่งเสริม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์


..........อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)


..........อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

คณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์

..........ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจริญจิต)

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..........คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 16 เดือน  พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

คุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการที่ปรึกษาคุณฉันทิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจริญจิต ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางต่าง ๆ และตรวจสอบความถูกต้องของคุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้ เพิ่มเติมประเด็นที่มีความสำคัญ และให้กำลังใจตั้งแต่เริ่มดำเนินการศึกษา จนกระทั่งแล้วเสร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย 5 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐวัชร น้าศาสตร์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดร.สมศิริ สิงห์หลพ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา นางน้ำค้าง โดจินดา คีษานินเทศก์ ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 นายธนาบุตร จันทราเขต หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้ง ให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทำให้งานวิจัยมีคุณภาพและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากนายอุทัย สิงโตทอง ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือ เป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้คุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดทุกท่าน ณ มหาวิทยาลัยบูรพา และสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อำนวยความสะดวกในการแนะนำและค้นหา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่อารี ส่งเสริม ดร.ปานเพชร ร่มไทรและเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ในสาขาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของคุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บุพการี บุรพจารย์ และเพื่อนครูทุกท่านที่อยู่ในวงการการศึกษาและผู้ที่เป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น ที่มอบความรัก ความอบอุ่น จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จมาถึงปัจจุบัน

มณฑิธร ส่งเสริม

55810230: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้/ คิววิเคราะห์/ คิวอย่างมีวิจารณญาณ/ คิดแก้ปัญหา

มณฑิธร ส่งเสริม: การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิวอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (THE DEVELOPMENT OF BIOLOGY INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE ANALYTICAL THINKING CRITICAL THINKING AND PROBLEM SOLVING THINKING SKILLS OF MATHAYOMSUKSA SIX STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมคุรุวิชาชีพ: ปริญญา ทองสอน, ศษ.ด., วิมลรัตน์ จตุรานนท์, คด. 262 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิวอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ประชากรที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัย ได้แก่ นักเรียน โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ปีการศึกษา 2559 สายวิทย์-คณิต จำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น, แบบวัดการคิด วิเคราะห์, แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ, แบบวัดการคิดแก้ปัญหา, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (Dependent *t*-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิวอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ และรูปแบบมีคุณภาพเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.49
2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนในกลุ่มทดลอง มีผลการคิดวิเคราะห์ คิวอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.87

55810230: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D.
(CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: INSTRUCTIONAL MODEL/ ANALYTICAL THINKING/ CRITICAL
THINKING/ PROBLEM SOLVING THINKING

MONTIEN SONGSERM: THE DEVELOPMENT OF BIOLOGY INSTRUCTIONAL
MODEL TO ENHANCE ANALYTICAL THINKING CRITICAL THINKING AND
PROBLEM SOLVING THINKING SKILLS OF MATHAYOMSUKSA SIX STUDENTS.
ADVISORY COMMITTEE: PARINYA THONGSON, Ph.D., WIMONRAT CHATURANON,
Ph.D. 262 P. 2018.

The purpose of this research were to develop and to implement the biology instructional model to enhance analytical thinking, critical thinking and problem solving thinking skills of forty-six M.6 students of Chonrasadornumrung School in the second semester of the 2016 academic year. The Cluster Random Sampling method was used to select the sample. The research instruments were lesson plans, and the model developed by the researcher, analytical thinking test, critical thinking test, problem solving thinking test, science achievement test and attitude towards Biology subject. The statistics used for data analysis were Mean, Standard Deviation and *t*-test.

The research results were as follows:

1. The developed biology instructional model to enhance analytical thinking, critical thinking and problem solving thinking skills, comprised four major components: 1) the principle, 2) the objectives, 3) the learning process (with eight stages: Stimulus Recall of Prior Learning, Objectives, Native Knowledge, Group Processing, Sharing, Expansion, Re-educate and Monitoring), and 4) the result of studying from the instructional model. The instructional model processes the quality according to the principle of quality ($\bar{X} = 4.49$).

2. The result of the implementing the instructional model was that the posttest score of the students from analytical thinking test, critical thinking test, problem solving thinking test, biology achievement test were higher than the pretest scores at the .05 level of statistical significance. The attitude towards Biology subject of the students after learning using this instructional model was found at a good level ($\bar{X} = 3.87$).

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| สารบัญ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ซ |
| สารบัญภาพ | ญ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 8 |
| สมมติฐานของการวิจัย | 8 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... | 8 |
| ขอบเขตของการวิจัย | 9 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ | 10 |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 13 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 14 |
| หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | 14 |
| ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง | 20 |
| การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ | 31 |
| การจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ | 47 |
| การคิดวิเคราะห์ | 51 |
| การคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... | 54 |
| การคิดแก้ปัญหา..... | 62 |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา | 65 |
| เจตคติต่อวิชาชีววิทยา..... | 76 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 81 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 93 |
| ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา..... | 93 |
| ตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา..... | 96 |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 111 |
| ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | 111 |
| ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนา การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 | 121 |
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 126 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 126 |
| อภิปรายผล | 127 |
| ข้อเสนอแนะ | 137 |
| บรรณานุกรม | 139 |
| ภาคผนวก | 153 |
| ภาคผนวก ก..... | 154 |
| ภาคผนวก ข | 163 |
| ภาคผนวก ค | 171 |
| ภาคผนวก ง..... | 174 |
| ภาคผนวก จ | 216 |
| ภาคผนวก ฉ..... | 220 |
| ภาคผนวก ช | 246 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย | 262 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|---|
| 1 | การกำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 99 |
| 2 | ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6..... 112 |
| 3 | ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 113 |
| 4 | ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 120 |
| 5 | ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน..... 121 |
| 6 | ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน 122 |
| 7 | ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน..... 122 |
| 8 | ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน 123 |
| 9 | ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยแยกตามองค์ประกอบ..... 124 |
| 10 | ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 247 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า | |
|----------|---|-----|
| 11 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ..... | 248 |
| 12 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ..... | 249 |
| 13 | ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (แบบปรนัย)..... | 250 |
| 14 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (แบบปรนัย)..... | 252 |
| 15 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (แบบอัตนัย)..... | 253 |
| 16 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดแก้ปัญหา (แบบปรนัย)..... | 254 |
| 17 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบปรนัย)..... | 256 |
| 18 | ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ ต่อวิชาชีพวิทยา..... | 259 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|--|
| 1 | กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 13 |
| 2 | รูปแบบการดำเนินการแบบทดลองวัดก่อนและหลัง..... 105 |
| 3 | ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 110 |
| 4 | ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ 116 |
| 5 | รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 118 |
| 6 | ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ 168 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่เต็มไปด้วยการแข่งขันอย่างไร้ขีดจำกัด นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะที่จำเป็น เช่น การรู้เทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การผลิตความรู้และนวัตกรรม (Turiman, Omar, Daud & Osman., 2012) ซึ่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีในโลกอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งก็เป็นเพียงแค่สื่อและเครื่องมือที่นำพาผู้เรียนเข้าถึงแหล่งความรู้ทางเดียว แต่ถ้ามีการพัฒนาด้านการคิดก็จะเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพทั้งความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

การพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพและความสามารถในการคิดนั้นเป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์ ซึ่งความสามารถในการคิดขั้นสูงนั้นนับเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต มุ่งสร้างกระแสสังคมให้การเรียนรู้เป็นหน้าที่ของคนไทยทุกคน สร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและสนับสนุนปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับ พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาในมาตรา 24 ว่าจะให้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำเป็น คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น นอกจากนี้ พ.ร.บ. ได้กำหนดแนวทางการจัดหลักสูตรไว้ในมาตรา 28 ว่าสาระของหลักสูตรทั้งที่เป็นวิชาการและวิชาชีพต้องมุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงามและความรับผิดชอบต่อสังคม สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559 ที่เน้นพัฒนาคนอย่างรอบด้านและสมดุล เพื่อให้ทุกคนมีโอกาสเข้าถึงการเรียนรู้ ปลูกฝังและเสริมสร้างศีลธรรม คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพึ่งพาตนเองและเพิ่มสมรรถนะในการแข่งขัน รวมทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ในมาตรา 22 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพของคนไทยให้ก้าวสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนา

ตนเองได้ในทุกเวลาทุกสถานที่ โดยมีทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นที่ต้องได้รับการฝึกฝน เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายพัฒนาผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น ให้มีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสาร การแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสมและมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

การพัฒนาการคิดของนักเรียนจึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างยิ่งของการจัดการศึกษา แต่การสอนทักษะการคิดยังประสบปัญหาเนื่องจากครูส่วนมากยังใช้วิธีการสอนให้ท่องจำ ซึ่งเป็นวิธีแบบเก่าที่ครูคุ้นเคย และคิดว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ การสอนแบบเก่าทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 5-7) ทั้งที่ความสามารถในการคิดระดับสูงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา (International Association for Assessment in Education: IEA) ที่เรียกว่า TIMSS-2011 พบว่า ประเทศไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา 460 คะแนน จาก 1,000 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 46) สอดคล้องกับผลการประเมินวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ PISA (Programme for international Student Assessment) พบว่าในปี พ.ศ. 2555 ไทยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบโดยใช้วิชาวิทยาศาสตร์ 60% มีคะแนนเฉลี่ย 444 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 461 คะแนน สำหรับอาเซียนอยู่ในอันดับ 3 รองจากสิงคโปร์และเวียดนาม และอยู่ในอันดับที่ 46 จากทั้งหมด 65 ประเทศ (ศิริดีร์ บรรเทิง, 2555, หน้า 3) จากผลการประเมิน PISA นั้นพบว่า นักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) แล้วยังไม่แสดงศักยภาพการแข่งขันด้านเศรษฐกิจได้ในอนาคต ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยไม่สูงพอที่จะแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่นหรือประเทศ

ในแถบยุโรปได้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งในเรื่องของครู ทรัพยากรการเรียน และการจัดการต่าง ๆ ในระบบโรงเรียน เนื่องจากการประเมิน PISA ไม่เน้นความรู้ที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ในห้องเรียน ณ ปัจจุบัน แต่เน้นว่าผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในชีวิตจริงได้ดีเพียงใดในอนาคต นอกจากนี้ ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557 และ 2558 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) ภาพรวมทั้งประเทศ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ถึง 46% ได้ค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 32.54 และ 33 ตามลำดับ อีกทั้งคะแนนสอบ 7 วิชาสามัญ ในวิชาชีววิทยา นักเรียน ม.6 ได้คะแนนช่วง 21-30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.38 และผลการประเมินในวิชาชีววิทยาของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ในมาตรฐาน ว 2.2 เรื่อง ประชากรและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งจัดสอนสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนได้คะแนนต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 49 (งานทะเบียนวัดผลโรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2558) ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้อาจมีหลายสาเหตุเช่น ข้อสอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) เน้นการคิดวิเคราะห์ หาเหตุผล อย่างรอบคอบ แต่กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนยังเป็นแบบท่องจำมากเกินไป ขาดการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้คิดและฝึกทำข้อสอบเพื่อวัดผลประเมินผล

จากการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวทศ.) (2547) พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ทำข้อสอบด้านความรู้ความจำได้ แต่ข้อสอบที่เน้นการคิดระดับสูง นักเรียนมักจะทำข้อสอบไม่ค่อยได้ นักเรียนขาดการฝึกฝนและทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ นั้นอาจเกิดจากครูผู้สอนยังมีการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่น่าสนใจมากนัก และไม่หลากหลายและไม่ค่อยได้ปรับเปลี่ยนวิธีสอน โดยนำรูปแบบอื่น ๆ มาพัฒนาแก้ไขวิธีการจัดการเรียนรู้ของตัวเองหรือไม่ได้นำแบบทดสอบของปีก่อน ๆ มาวิเคราะห์เพื่อนำมาสอดคล้องให้นักเรียนได้คิดในกระบวนการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนได้คะแนนได้ไม่ค่อยดีในการสอบ ดังนั้นการที่จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงนั้นครูจึงต้องพยายามออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นวัยที่ควรแก่การปลูกฝังให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดระดับสูงเพื่อให้นักเรียนนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งที่ผ่านมาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนอาจจะไม่ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากนัก ผลที่เกิดขึ้นคือ ทำให้นักเรียนระดับต่าง ๆ โดยเฉพาะระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต่างก็มีศักยภาพต่ำในทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคต โดยเฉพาะในด้านการคิด การที่นักเรียนไทยกำลังประสบปัญหาในการพัฒนากระบวนการคิด ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ปัญหาดังกล่าวเกิดจากกระบวนการเรียนรู้ เพราะตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาการคิดให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ได้แก่ ครู วิธีการสอน และคุณภาพการสอนของครู สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เกิดจากครูผู้สอนประสบปัญหาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนกล่าวคือ ครูผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับกระบวนการคิด ความรู้ทางด้านทฤษฎี หลักการ แนวคิดที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนาการคิด รวมไปถึงรูปแบบ วิธีการ และเทคนิคเกี่ยวกับการสอนหรือการพัฒนาการคิด และครูไม่เข้าใจว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดที่คตินั้นควรดำเนินการเป็นขั้นตอนอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ส่วนมากครูเน้นดำเนินการในขั้นตอนการสร้างความรู้ การสำรวจ และค้นหา การอธิบาย แต่ส่วนขั้นตอนการขยายความรู้ และการประเมินผล ครูดำเนินการน้อยมาก การเรียนการสอนส่วนมากบทบาทอยู่ที่ครู โดยครูเป็นผู้นำอภิปรายตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยใคร่รู้และคิด แต่คำถามส่วนมากเป็นคำถามวัดความจำและความเข้าใจ กิจกรรมการเรียนการสอนส่วนมากเป็นกิจกรรมให้คิดและปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดให้ และให้นักเรียนปฏิบัติงานกลุ่ม โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ และความสามารถในการใช้ความคิดระดับสูงของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน นักเรียนไม่ได้แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายให้ชัดเจน

กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่นักเรียนจะต้องมีการสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองอย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมมีส่วนสำคัญที่จะทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเรียนรู้จากการกระทำ โดยการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่ง Driver and Oldha (1986) กล่าวว่า ขั้นการเรียนรู้จากความคิด นักเรียนสามารถสร้างมโนภาพในใจได้และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้ อีกทั้งสามารถเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ และความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อนักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนายและคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน เน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติเพื่อสร้าง

ความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ที่กล่าวว่า ครูต้องปรับบทบาทจาก ผู้ป้อนข้อมูล (Instructor) เป็นผู้ให้คำแนะนำ (Coaching) และผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) เนื่องจากมีวิธีการที่นักเรียนสามารถหาความรู้ที่มีอยู่มากมายได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัด อยู่แค่เพียงความรู้ที่ครูถ่ายทอดให้เท่านั้น ในลักษณะนี้ครูจึงทำหน้าที่ในการชี้แนะสำหรับการแสวงหา หรือนำความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการและแหล่งที่จะได้มา ซึ่งข้อมูลในการชี้แนะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ครูควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมหรือ การใช้สื่อประกอบ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ฝึกให้คิดตั้งคำถามและแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่าน กระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับ สังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิชาชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้ง ยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตการเกษตรอุตสาหกรรม การสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้คุณภาพของชีวิตมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ และวิชานี้ เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมี ประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

ครูจึงจำเป็นต้องเตรียมทั้งกระบวนการและวิธีการให้ความรู้ โดยให้นักเรียนเรียนรู้ จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองแล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และเกิดองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนชีววิทยามีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ หลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน ขอบเขตของธรรมชาติและข้อจำกัด และให้มีทักษะสำคัญ ในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยีชีวภาพ พัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาชีววิทยาเทคโนโลยีชีวภาพ มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ สังคมและการดำรงชีวิต อีกทั้งเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้ ความรู้ และเทคโนโลยีชีวภาพอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา

ได้มีนักการศึกษาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความคิดหลายท่าน ดังตัวอย่าง เช่น สมบัติ การจนารักพงศ์, กัญญา สุภศิริรักษ์ และกมลรัตน์ อนันปัญญสุทธิ์ (2549) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดตัดสินใจ และคิดแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีการคิดอยู่ในระดับพอใช้ สิทธิพล อาจอินทร์ (2554)

ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาทักษะการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยเป็นรูปแบบที่ทำให้ครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจ ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่งผลให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น รัชฎุรีย์ สมองดี (2556) ได้มีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 7E ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่นำมาใช้ร่วมกับฝึกการคิดวิเคราะห์ในการจัดทำจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอน 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นระลึกความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นคว้า ขั้นอภิปรายและสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน และขั้นการนำไปใช้ จากการนำรูปแบบนี้ไปใช้ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ทำให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (สุธารพิงค์ โนนศรีชัย, 2550; เทียนทอง ศิริภักษา, 2553) แมน เชื้อบางแก้ว (2556) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยมีการนำทฤษฎีของ Piaget มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ จิระ ดีช่วย (2554) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ร่วมกับการคิดแบบมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้สำหรับปทุมรัตน์ อาวุโสสกุล (2557) ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น (Qing, Ni & Hong, 2010; อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549) อีกทั้ง Longo (2012 อ้างถึงใน ปทุมรัตน์ อาวุโสสกุล, 2557) ได้ศึกษาความสำคัญของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา มีการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นไปในทางเดียวกัน โดยเป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาในเรื่องที่จะศึกษา และนำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ ให้คำปรึกษา สนับสนุนในด้านข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ ให้ความสะดวกกับผู้เรียนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน สรุปได้ว่า ในบรรยากาศและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา จนมีความชำนาญถึงขั้นเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ในการจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุดทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนทำ จะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่นั้นเอง อีกทั้งรูปแบบของ Gagne ที่มี 9 ขั้นตอน มีบางขั้นที่ควรนำมาใช้ เช่น ขั้นการแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน และขั้นการนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นในลักษณะสำคัญของสิ่งเร้า นั้นอย่างชัดเจน อีกทั้งมีขั้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า ช่วยให้การเรียนรู้อันเกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ที่สำคัญคือ มีขั้นการส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้มีการฝึกฝนอย่างเพียงพอและเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงในสถานการณ์ที่หลากหลายมากขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Gagne 9 ขั้น มาร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 7E โดยมีทฤษฎีของ Piaget และทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเพิ่มสมรรถภาพในการเรียนรู้ด้านเชาวน์ปัญญา ทำให้ความสามารถในการใช้สมองในการคิดหาเหตุผลได้มากขึ้น โดยมีขั้นการกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม ขั้นการแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน ขั้นให้ความรู้ขั้นกระบวนการกลุ่ม ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นสอนให้คิดต่อ และขั้นตรวจสอบและติดตาม ซึ่งเป็นการประเมินและส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ต่อไป

จากการศึกษาสภาพปัญหา ความสำคัญและการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาและเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้นำไปใช้ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้
 - 2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น
 - 2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น
 - 2.3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น
 - 2.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดวิจารณ์ทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการคิดมากขึ้น

2. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจรรณญาณและการคิดแก้ปัญหา เป็นแนวทางสำหรับครูที่จะนำไปสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจรรณญาณและการคิดแก้ปัญหาผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทย์-คณิต โรงเรียนชลราษฎรอำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวน 400 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 1 ห้อง โดยได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 46 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจรรณญาณและคิดแก้ปัญหา

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) การคิดวิเคราะห์ 3) การคิดอย่างมีวิจรรณญาณ 4) การคิดแก้ปัญหา

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาระการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 3 เรื่อง โดยประกอบด้วย เนื้อหาย่อยดังต่อไปนี้ คือ

4.1 ทรัพยากรน้ำ

4.2 ทรัพยากรดิน

4.3 ทรัพยากรอากาศ

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาสอน 15 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา หมายถึง แบบแผนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้น อย่างเป็นระบบ โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) หลักการ ของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยน เรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) ขั้นตรวจสอบและ ติดตาม (Monitoring) และ 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ชีววิทยา โดยพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หมายถึง เครื่องมือวัดความรู้ ทางการเรียนที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตามรูปแบบของ Bloom ทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า

4. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ มี 3 ประเภท ดังนี้ คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะได้ว่าสิ่งใด จำเป็น สิ่งใดสำคัญหรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งไหนเป็นเหตุ สิ่งไหนเป็นผล

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

4.3 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการจับเค้าโครงของเรื่องราว นั้น ว่ายึดหลักการใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในด้านต่าง ๆ

5. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

5.1 ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ประกอบด้วย การค้นหาสาระสำคัญ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถค้นหาสาระสำคัญของข้อมูลจากข้อความที่กำหนดให้ การตีความข้อมูลหลัก ไปยังองค์ประกอบย่อย

5.2 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในข้อความต่าง ๆ หมายถึง การที่นักเรียนบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ระบุข้อมูลที่สัมพันธ์กันในเนื้อเรื่อง การเข้าใจว่าความสัมพันธ์ใดสอดคล้องกัน ไม่สอดคล้องกัน

5.3 ด้านการวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์รูปแบบการเขียนและจุดประสงค์ของผู้เขียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบ่งบอกถึงจุดประสงค์ของผู้เขียน ข่าหรือบทความ การวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผล โดยการวิเคราะห์ความชัดเจน ความน่าเชื่อถือ ความสัมพันธ์และความสมบูรณ์ของข้อมูลมี 4 ประเภทดังนี้ คือ

6.1 การพิจารณาไตร่ตรองสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาอย่างมีเหตุผล

6.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่าง ๆ ได้ ให้สรุปจัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน เชื่อมโยงเหตุการณ์เชิงสาเหตุและผล

6.3 การจัดกิจกรรมให้วิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิด หรือการกระทำแล้ว ให้จำแนกหาจุดเด่น-จุดด้อย

6.4 การจัดกิจกรรมให้พิจารณาส่วนประกอบของการกระทำหรือข้อมูลต่าง ๆ สรุปที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้อกันอย่างตรงและถูกต้องตามหลักฐานข้อมูล

7. แบบวัดการคิดวิจรรณญาณ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัย 5 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

7.1 ด้านการระบุประเด็นปัญหา ประกอบด้วย ความสามารถในการระบุใจความสำคัญ หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนจากข้อมูล บทความ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

7.2 ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ประกอบด้วย ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความจากรายงานที่ได้จากการสังเกตของบุคคลต่าง ๆ

7.3 ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย ความสามารถในการระบุว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งเป็นข้อความจำเป็นต้องมีก่อนข้อสรุปที่กำหนดให้ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าการลงข้อสรุปมีความถูกต้องสมเหตุสมผล

7.4 ด้านการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐานจากข้อความและสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหาในข้อความหรือสถานการณ์นั้น ๆ

7.5 ด้านการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุผล โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ สรุปความเห็นตามความเป็นจริงจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่

8. การคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดที่มีการจัดระบบข้อมูล กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ และสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา มี 4 ประเภท ดังนี้ คือ

8.1 ทำความเข้าใจในปัญหาโดยการพยายามทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร

8.2 การวางแผนในการแก้ปัญหาโดยมีการแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา

8.3 ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ให้ได้เกิดผลดีขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

8.4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบของปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ไขปัญหาคือที่สุดเพื่อลงข้อสรุปได้ถูกต้อง

9. แบบวัดการคิดแก้ปัญหา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

9.1 ด้านการระบุประเด็นปัญหาโดยการพยายามทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้าง

9.2 ด้านการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยมีการแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การหาสาเหตุ การตั้งสมมติฐาน การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

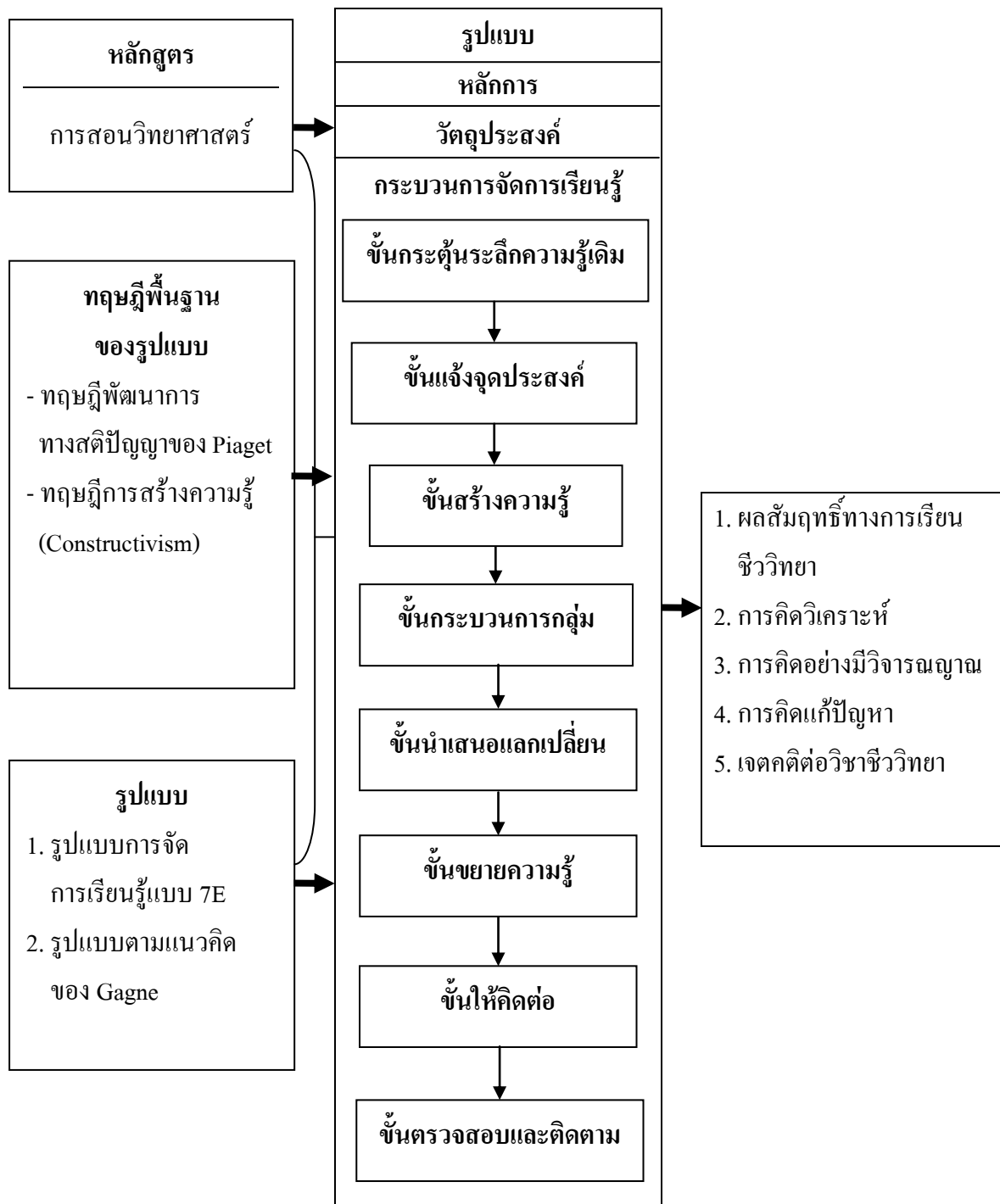
9.3 ด้านการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ให้ได้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงแนวทางการแก้ปัญหาคด้วย

9.4 ด้านการสรุปคำตอบจากการแก้ปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ไขปัญหานั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง

10. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่ผู้เรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านของความรู้ความพึงพอใจ รวมถึงความตระหนักในคุณค่าของวิชาชีววิทยาซึ่งครอบคลุมถึงความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา การเห็นความสำคัญของวิชาชีววิทยา ความสนใจในวิชาชีววิทยา ความนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา

11. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยคำถามเชิงนิมิตาน 15 ข้อ และนิเสธ 5 ข้อ ทั้งหมด 20 ข้อ เพื่อวัดหลังเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำมาทดลองใช้ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม โดยมีการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
3. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
4. การจัดการเรียนรู้แบบ 7Es และของ Gagne
5. การคิดวิเคราะห์
6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
7. การคิดแก้ปัญหา
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
9. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีคุณธรรมและมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และศีลธรรม สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวการพัฒนาคงกล่าว จึงมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะ พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณธรรม รักความเป็นไทย ใฝ่เรียนรู้ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์สร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะมุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้คือ

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทรงสนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจ

ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยี ในด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นองค์ประกอบความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 8 สาระ 13 มาตรฐาน สำหรับวิชาชีววิทยาอยู่ในสาระที่ 1, 2 และ 8 ดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
2. อภิปรายประโยชน์ที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหา และการจัดการ
3. อภิปรายและสรุปแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการอนุรักษ์และพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล
6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
 8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลัก ความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ
 9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง
 10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง
 11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือ ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งทำทนายให้มีการตรวจสอบ อย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่
 12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
- จากตัวชี้วัดช่วงชั้นมีพฤติกรรมที่บ่งบอกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล อธิบายกระบวนการ อภิปราย และนำความรู้ไปใช้ สอดคล้องกับพฤติกรรมที่บ่งชี้การเรียนรู้ในระดับการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ จำแนกแยกแยะ หาเหตุและผล หาข้ออ้างอิง หาหลักฐาน หาความสัมพันธ์ ในการวิจัยครั้งนี้สอนในสาระการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของ สิ่งแวดล้อม โดยมีคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ ดังนี้
- คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (โรงเรียน ชลราษฎร์บำรุง จังหวัดชลบุรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)**
- ศึกษาวิเคราะห์ ความหนาแน่นและการแพร่กระจายประชากร ขนาดประชากร รูปแบบ การเพิ่มประชากร การรอดของประชากร และประชากรมนุษย์
- ศึกษาวิเคราะห์ประเภททรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อ ระบบนิเวศ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การอธิบาย สรุป และนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของตนเอง ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น ใฝ่ระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถใช้อธิบายลักษณะของการเกิดการเรียนรู้หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยกิจกรรมที่มีความหลากหลาย โดยผ่านกระบวนการฟัง พูด อ่าน คิด และเขียน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะต้องให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการที่ผู้เรียนเข้าไปมีบทบาทหรือปฏิสัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของตนเอง

Lall and Lall (1983, pp. 45-54 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2545, หน้า 64-65) อธิบายว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีการพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าจะสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ และพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น

การพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นมี 4 ขั้น คือ ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) ช่วงอายุ 0-2 ปี ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational period) ช่วงอายุ 2-7 ปี ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) ช่วงอายุ 7-11 ปี และ ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operation period) ช่วงอายุ 11-15 ปี

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget มีหลักการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (ทิศนา แคมมณี, 2545, หน้า 66)

1. ในการพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับการพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตนเพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้
2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของตัวเด็ก
3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ นั้นเด็กจะรับรู้ส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย ดังนั้นครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้ว จึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การกระทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ จะช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กอันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget สามารถสรุปได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย และนักเรียนแต่ละคนมีอัตราพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ควรเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนเองให้ได้มากที่สุด

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีความรู้ ที่อธิบายถึงที่มาของความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร (Lorsbach & Tobin, 2003, p. 1) มีรากฐานมาจากวิชาปรัชญา ได้นำประยุกต์ใช้ในสาขาสังคมวิทยา มานุษยวิทยา รวมถึงจิตวิทยาด้านความรู้ ความคิด และการศึกษา (Yager, 1991, p. 52)

Biggs and Moore (1993, p. 524) ให้ความหมาย คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงจิตวิทยา มีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติของการเรียนรู้ โดยเน้นความสัมพันธ์ของความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ถูกสร้างมาเฉพาะบุคคลไม่ใช่การส่งผ่าน และมีการสร้างที่สอดคล้องกันเป็นลำดับ การสอนตามแนวคิดนี้ต้องใช้ความคิดหรือการศึกษาอย่างลึกซึ้ง ทฤษฎีการสร้างความรู้ไม่ใช่ทฤษฎีการสอนแต่เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยมีพื้นฐานมาจากกลุ่มจิตวิทยาการเรียนรู้ ปรัชญาและมานุษยวิทยา การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 148) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาบ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น แสวงหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยวิธีการของตนจนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงสามารถเป็นองค์ความรู้ และเก็บข้อมูลในสมองได้ยาวนาน

Glaser (1991 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 44) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจและมีส่วนร่วมในการรับรู้ 2) หน้าที่ของ

การเรียนรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพียงการค้นพบสิ่งที่
เป็นจริง

ประมวล สิริพันธ์แก้ว (2541, หน้า 8) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า
นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่
โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยน
ความรู้จากเพื่อน ความเข้าใจมีผลต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพถ้าความรู้
ที่มีอยู่ไม่ขัดต่อความรู้ความเข้าใจเดิม

Fosnot (1996, pp. 10-11) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และ
การเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญาและมานุษยวิทยาว่าความรู้
คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราวมีการพัฒนา
ไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้
ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง

จากการที่กล่าวมาจึงสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) คือ
ทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัย
ประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้สัมผัส
กับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือ
มีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism)

ทิตนา แจมมณี (2545, หน้า 90) นำเสนอความคิดของ Vygotsky เป็นนักจิตวิทยา
ชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกับ Piaget ผลงานของเขา
เป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ
ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 Kozulin ได้แปล
และปรับปรุงหนังสือของ Vygotsky อีกครั้งหนึ่ง เป็นผู้ทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียน
การสอนอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget และของ Vygotsky เป็นรากฐานที่สำคัญ
ของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา
ของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการ
ปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือ
ประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กันได้

จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) Piaget เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการเขาวนปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience)

ทั้ง Piaget และ Vygotsky นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivist) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ถ้าเปรียบเทียบกับแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษา คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ความจริงเหล่านี้ ดังนั้นครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับรู้สิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจ ตามที่ครูต้องการแต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมียุ่อยู่จริงและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกนี้จริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านี้มิได้มีอยู่ในตัวมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างไปอย่างหลากหลาย ดังนั้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์

Jonassen (1992, p. 137) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับ กระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้ง โครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่า คนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่า โลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้น เพราะโลกของใครก็เป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่า สมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (Personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจและ ภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน

สรุปได้ว่า แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำ กับข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็น กระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง แล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคม การสร้างความรู้จึงเป็น กระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสแล้วทำการไตร่ตรอง ความคิดเพื่อนำไปสู่กระบวนการในการค้นหาคำตอบ

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี Constructivism

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูจะเริ่มต้นจากการเสนอปัญหา หรือ คำถาม ที่เป็นจุดเน้นของบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในระหว่างกันภายในกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามจนสำเร็จ โดยครูทำหน้าที่นำทางให้ โดยการตั้งคำถามและตัวอย่าง เพื่อเสริมหรือตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้นำเอาแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังเช่น

Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 50) กล่าวว่า ตามแนวคิดนี้ นักเรียนจะนำเอาประสบการณ์ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความรู้สึก และทักษะที่ตนเองมีอยู่เข้ามาในห้องเรียนด้วยและประสบการณ์เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อแนวคิดของนักเรียนในการเรียนรู้ต่อไป แนวคิดนี้เน้นว่าความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียน และความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน กับครู และกับสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้หรือสร้างความหมาย โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองมีอยู่ นักเรียนจะสร้างความคิด ความคาดหวัง และคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อให้ตนเองเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันซึ่งคำอธิบายเหล่านี้อาจแตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้เชื่อว่า ความรู้ไม่สามารถส่งผ่านจากครูไปยังนักเรียน หรือจากหนังสือเรียนไปยังตัวนักศึกษาได้อย่างง่าย ๆ แต่นักเรียนควรจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดขึ้นมาด้วยตัวนักเรียนเอง

นอกจากนี้ Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 51) ยังกล่าวว่า แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เชื่อว่า การสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และครูเป็นเพียงผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน และเป็นผู้พัฒนาเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียนกับเพื่อนและกับครู การเรียนแบบร่วมมือจึงมีความสำคัญและเป็นวิธีสอนหลักที่ใช้ในห้องเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างกลุ่มนักเรียนจะทำให้ให้นักเรียนมีความคิดที่ชัดเจนและได้มีโอกาสพิจารณาแนวคิดของเพื่อน ๆ ด้วยการเรียนแบบร่วมมือที่สมาชิกในกลุ่มมีความหลากหลาย จะทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน ได้สะท้อนความคิดเห็นของเพื่อน และให้เหตุผลกับแนวคิดของตนเอง นักเรียนไม่จำเป็นต้องคิดเหมือนกัน ครูไม่ควรยึดถือหนังสือเรียนเพียงเล่มเดียว ในการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ครูควรวางแผนการสอนและจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันได้ตัดสินใจ ได้สะท้อนความคิดเห็น ได้ให้เหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเอง และได้แก้ปัญหา ครูควรใช้แหล่งความรู้ที่หลากหลาย

เช่น วิกิพีเดีย คอมพิวเตอร์ ในการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ ครูต้องไม่ประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนสูงหรือต่ำเกินไป ครูต้องสังเกตปฏิกิริยาของนักเรียนและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน โดยไม่ต้องตัดสินหรือพยายามที่จะทำให้ความคิดของนักเรียนถูกต้อง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูกและพัฒนาความคิดของตัวเอง โดยไม่ต้องกลัวว่าจะผิด ครูควรใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลายสังเกตนักเรียนให้มากขึ้น ให้นักเรียนได้สื่อความหมายการเรียนรู้ไปแล้วด้วยการเขียน และใช้เพิ่มสะสมผลงานมากกว่าการทำแบบทดสอบอย่างเดียว การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นการสอนด้วยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม ได้มีนักการศึกษาพัฒนารูปแบบการสอนขึ้นหลายรูปแบบ เช่น

Driver and Oldham (1986, pp. 17-18) ได้ระบุถึงลักษณะและขั้นตอนของการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มไว้ว่า

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดหมาย และมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน
2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกทำได้โดยการอภิปรายหรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning restructuring of ideas) นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญของบทเรียนแบบ Constructivism ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of idea) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น
 - 3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่
 - 3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) โดยการทดลอง หรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด การทดลองจะสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่าเดิม
4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. **ขั้นทบทวน (Review)** เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

Zahoric (1995, pp. 14-22) เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่
2. ขั้นให้ความรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมก่อนที่จะเรียนรู้ส่วนย่อย ๆ
3. ขั้นให้นักเรียนสำรวจและตรวจสอบความรู้ที่สร้างขึ้น ด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
4. ขั้นให้นักเรียนขยายและตกแต่งความรู้ของตนเอง ด้วยการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
5. ขั้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่นำไปใช้ในสถานการณ์

Murphy (1997, pp. 9-12) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองสรุปได้ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนใช้มุมมองที่หลากหลายในการนำเสนอความหมายของมโนทัศน์
2. นักเรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายการเรียนของตนเองหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเกิดจากการเจรจาระหว่างนักเรียนกับครู
3. ครูแสดงบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ผู้กำกับ ผู้ฝึกฝน ผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนของนักเรียน
4. จัดบริบทของการเรียน เช่น กิจกรรม โอกาส เครื่องมือ สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมวิธีการคิด
5. นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ในการสร้างความรู้และกำกับการเรียนรู้ของตนเอง
6. จัดสถานการณ์การเรียน สภาพแวดล้อม เนื้อหาและงานที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริง
7. ใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเพื่อยืนยันสภาพการณ์ที่เป็นจริง
8. ส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเจรจาต่อรองทางสังคมและการเรียนรู้ร่วมกัน
9. พิจารณาความรู้เดิม ความเชื่อและทัศนคติของนักเรียนประกอบการจัดการเรียนการสอน

10. ส่งเสริมการแก้ปัญหา ทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง
11. นำความคิดพลาด ความเชื่อที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้
12. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง
13. ให้นักเรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อน ทักษะและความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
14. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน
15. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้คำแนะนำหรือให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น
16. วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริงขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

จากแนวคิดที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี Constructivism เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้สังเกตสิ่งที่ตนอยากรู้ แล้วร่วมกันอภิปราย สรุปผลการทดลอง แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่หาได้เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักใช้ความคิดเพื่อจะได้เรียนรู้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงใดด้วยตนเอง

บทบาทของผู้สอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

Brooks and Brooks (1993, pp. 15-17) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการสอนของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. ผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม จะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียนได้มี การเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถามและสามารถตอบคำถามนั้นได้ โดยการวิเคราะห์ แสดงว่า ผู้เรียนนั้นมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ และสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับผู้อื่นพบปัญหา
2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งการเรียนรู้ที่แท้จริง ประกอบกับความชำนาญในการสอนตามกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม นั้นเริ่มต้นด้วยการเรียนรู้จากผลของการค้นคว้า ความสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนใช้กิจกรรมทางปัญญา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การแปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Prediction) เพื่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ

4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนนำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ความสนใจหรือความไม่สนใจของผู้เรียนนั้นจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรต้องตัดออกไป แต่หมายความว่า ผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนในขณะนั้นมาใช้ในการเรียนการสอน การที่ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากกว่า การเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนจะต้องพยายามทำความเข้าใจ โน้ตสนัของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจของตนเองออกมาก่อนการถามความเข้าใจของผู้เรียนจะเป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะยุติการคิดเพื่อรอคำแนะนำและคำตอบจากผู้สอน

6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น คือ การเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่ หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมที่ตนมีอยู่

7. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อน และใช้คำถามปลายเปิด ถือเป็นการทำงานที่ช่วยให้ผู้เรียนได้แสวงหาไปถึงประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือการปฏิรูปความเข้าใจของตนเอง

8. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้มีการเริ่มต้นในการตอบสนอง และมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนจะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้งหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้งส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทางปัญญา

10. ผู้สอนต้องใช้เวลากับผู้เรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ถามคำถาม ผู้เรียนบางส่วนจะไม่พร้อมที่จะตอบสนองในทันที จึงต้องใช้เวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบทันที อาจจะกลายเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียนได้

11. ผู้สอนควรใช้เวลากับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และการสร้างสรรค์ การเปรียบเทียบ ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง

12. ผู้สอนต้องคอยตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนในทุกสถานการณ์ Yager (1991, p. 55) ได้เสนอวิธีการที่ผู้สอนสามารถใช้ในการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ดังนี้

1. สืบหาและใช้คำถามและความคิดของผู้เรียน นำมาเป็นแนวทางในการสอน
2. ยอมรับและส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น
3. ส่งเสริมและให้ผู้เรียนเป็นผู้นำและส่งเสริมการทำงานร่วมกัน
4. ใช้ความคิด ประสบการณ์ และความสนใจของผู้เรียนในการวางแผนการสอนและครูควรมีการเปลี่ยนแปลงการสอนอยู่เสมอ ๆ
5. ส่งเสริมการใช้แหล่งข้อมูลต่าง ๆ จากทั้งตำราและผู้เชี่ยวชาญ
6. ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายคำตอบด้วยเหตุผลของเขา
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เสนอแนะสถานการณ์และให้เขาทำนายผลของสถานการณ์นั้น
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการทดสอบความคิดของเขาเอง เช่น จากการตอบคำถาม
9. ค้นหาความคิดของผู้เรียนก่อนมีการเรียนการสอน
10. เน้นการทำงานร่วมกัน
11. ใช้เวลาให้เพียงพอต่อทุกความคิดของผู้เรียน
12. ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการคัดเลือก เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ถูกต้องในการสนับสนุนของตนด้วยตนเอง และในการสร้างความคิดในสถานการณ์ใหม่

ทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 94-95) ได้กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
2. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถาม ให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นต่อ ๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม
4. ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ การปฏิบัติการแก้ปัญหาและพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น

จากแนวคิดที่ได้ศึกษาสรุปบทบาทผู้สอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมได้ว่ามีบทบาทสำคัญกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องใช้เวลากับผู้เรียนในการหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต และยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น และจัดกิจกรรมกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับครู

บทบาทของผู้เรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

ในการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตัวของเขาเอง (ทำไปและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน) บทบาทที่คาดหวังจาก ผู้เรียน คือ (ทิสนา แคมมณี, 2545, หน้า 94-95)

1. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
2. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
3. ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
4. มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
5. วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
6. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย
7. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

สุมาลี กาญจนชาติ (2543, หน้า 40) ได้สรุปบทบาทผู้เรียนในการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนด หรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียน และวิธีการเรียนของตนเอง
2. ให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้อย่างไรและจะพัฒนาการเรียนรู้ของตนอย่างไร
3. ให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม
4. ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศของการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
5. ให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่อง ที่เรียนด้วยตนเอง
6. ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

การส่งเสริมการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism (ประภัสสร สารชนะ, 2559, หน้า 31)

1. กระตุ้นและยอมรับความเป็นอิสระ ความคิดริเริ่มของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด มโนทัศน์ ฯลฯ ด้วยตนเอง
2. ใช้ข้อมูลดิบและแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบกับการใช้ประสาทสัมผัส การมีปฏิสัมพันธ์ และใช้ของจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมิน

3. ใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ จำแนก ทำนาย สร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหา และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
 4. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกร่วมกับครูและเพื่อน กลยุทธ์การสอนและเนื้อหา เพื่อปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะและความสนใจของนักเรียน
 5. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น การที่ครูแสดงความคิดเห็นออกมาก่อนที่จะถามความเข้าใจของนักเรียน อาจจะเป็นการจำกัดหรือยุติความคิดของนักเรียน
 6. ความกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับครูและผู้อื่น เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประนีประนอมความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
 7. กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการสืบสอบ โดยถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด หรือคำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสืบสอบของนักเรียน
 8. ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์หรือตอบสนอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินความเข้าใจ ความคิดของตนเอง
 9. ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และกระตุ้นให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับข้อโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการคิดระดับสูงของนักเรียน
 10. ต้องให้เวลานักเรียนคิด ภายหลังจากที่ถามคำถามไปแล้ว การที่ครูต้องการคำตอบหรือการตอบสนองจากนักเรียนในทันทีจะเป็นการยับยั้งความคิดของนักเรียน
 11. ต้องให้เวลาแก่นักเรียนในการสร้างความสัมพันธ์หรือเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
- จากแนวคิดที่กล่าวมาสรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เป็นแนวคิดในการสร้างองค์ความรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเกิดทักษะแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้วิจัยนำทฤษฎีการสร้างความรู้ มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ และเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดได้อย่างมีศักยภาพยิ่งขึ้น

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลนั้นครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานความคิดในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ความหมายของการพัฒนา

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, หน้า 115, 779) ได้ให้ความหมายของคำว่า การ หมายถึง งาน สิ่งหรือเรื่องที่ทำ ส่วนคำว่า พัฒนาการ หมายถึง การทำความเจริญ, การคลี่คลายไปในทางที่ดี

Procter (1984, p. 299) ได้ให้ความหมายของคำว่า พัฒนา ไว้ดังนี้ ประการแรก พัฒนา หมายถึง การเติบโต การขยายตัวเพิ่มขึ้นหรือกลายเป็นใหญ่หรือสมบูรณ์มากขึ้น และพัฒนา หมายถึง การศึกษาหรือคิดออกอย่างเต็มที่ หรือนำเสนออย่างเต็มที่ และการพัฒนา (Development) การพัฒนา หมายถึง การกระทำหรือการดำเนินการของการพัฒนาหรือสถานะของการพัฒนา ดังนั้นสรุปได้ว่า การพัฒนา หมายถึง การดำเนินการในเรื่องที่ต้องการกระทำให้มีความสมบูรณ์ไปสู่จุดหมายที่ต้องการ

ความหมายของรูปแบบ (Model) มีนักการศึกษาไว้หลายความหมาย ดังนี้

Engelhart (1972, p. 24) รูปแบบ หมายถึง แนวความคิดที่แสดงออกมาเป็นภาพให้เห็น ได้ชัดเจน

Good (1973, p. 370) ให้ความหมายรูปแบบไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. รูปแบบ เป็นแบบแผนของบางสิ่งบางอย่างที่ทำขึ้นหรือทำซ้ำ
2. รูปแบบ เป็นตัวอย่างสำหรับการลอกเลียนแบบ
3. รูปแบบ เป็นข้อมูล รูปภาพหรือการแสดงขนาดวัตถุสามมิติที่เป็นหลักการหรือแนวคิด
4. รูปแบบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยมีสัญลักษณ์ของระบบสังคม

Gustafon and Branch (2002, p. 1) รูปแบบ หมายถึง การแสดงให้เห็นถึงความเรียบง่ายในความซับซ้อนของรูปแบบกระบวนการ และองค์ประกอบของปรากฏการณ์ทางกายภาพหรือแนวความคิด

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, หน้า 965) รูปแบบ หมายถึง รูปที่กำหนดขึ้นเป็นหลัก หรือเป็นแนวทางซึ่งเป็นที่ยอมรับ

ทิสนา เขมมณี (2545, หน้า 218-219) รูปแบบเป็นรูปธรรมของความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งบุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะ หนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย เป็นแผนผัง ไดอะแกรม หรือแผนภาพ เพื่อช่วยให้ตนเอง และบุคคลอื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น รูปแบบเป็นเครื่องมือทางความคิดที่บุคคลใช้ในการสืบสอบหาคำตอบ ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทั้งหลาย

สรุปได้ว่า รูปแบบ หมายถึง แบบแผนการดำเนินงานที่สร้างขึ้นตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงและแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เข้าใจง่ายขึ้น

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาอธิบายความหมาย ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, หน้า 115, 298, 969) ได้อธิบายคำว่า การ หมายถึง งาน สิ่งหรือเรื่องที่ทำ คำว่า จัดการ หมายถึง สิ่งงาน ควบคุมงาน ดำเนินงาน เรียน หมายถึง เข้ารับความรู้จากผู้สอน รับการฝึกฝนอบรมเพื่อให้เกิด ความรู้ ความเข้าใจ หรือความชำนาญ เช่น เรียนหนังสือ เรียนวิชาความรู้ ฝึกฝนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจจนเป็นหรือมีความชำนาญ และเรียนรู้ หมายถึง เข้าใจความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยประสบการณ์ สรุปว่าการจัดการเรียนรู้ ตามนัยของราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง การดำเนินการ รับความรู้จากครูผู้สอน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 13) การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของสมองในการประมวลข้อมูลความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เป็นความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, หน้า 32) การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการ ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเดิมไปเป็นพฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร เป็นผลที่ได้จาก ประสบการณ์ โดยไม่ใช่ผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ เป็นการเปลี่ยนแปลง ในด้านความรู้ ความรู้สึกและทักษะ

ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวีวรรณ ศรีศรีรามครัน (2556, หน้า 103) การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชา ทักษะ กระบวนการ มีคุณธรรมและจริยธรรม มีเจตคติและค่านิยมที่ถูกต้อง ครูเป็นผู้จัดการ และอำนวยความสะดวก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด วางแผนลงมือปฏิบัติ และหาข้อสรุป หรือข้อค้นพบ จนเกิดการเรียนรู้ และมีกิจกรรมการประเมินผล

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การดำเนินงานในเรื่องการเรียนการสอน โดยเริ่มตั้งแต่มีการกำหนดจุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ จัดเนื้อหาความรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ การเตรียมสื่อการเรียนรู้ และจัดกิจกรรม การเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนได้รับประสบการณ์และประเมินผลการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวไว้หลายท่าน ดังนี้ คือ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 122-123) ได้กล่าวถึง ครูเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง แล้วให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกคิดตามขั้นตอนของวิธีการวิทยาศาสตร์ นักเรียนก็จะเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ให้นักเรียนสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี ในการสอนที่จะทำให้บรรลุผลสำเร็จนั้น ครูต้องสอนจากประสบการณ์ตรงที่มีข้อเท็จจริงที่สามารถทดลองได้ไปสู่การสอนสิ่งที่เป็นนามธรรม วิธีสอนหรือกิจกรรมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่าจะมีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุก ๆ สถานการณ์

ประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2558, หน้า 13-16) สรุปว่า การออกแบบการเรียนรู้อุทิศวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ควรมีการเรียนรู้ตามสภาพจริง การเรียนที่เน้นเชิงประสบการณ์ ให้นักเรียนออกจากกรอบทฤษฎีที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้จริง ต้องนำพาผู้เรียนสู่ความคิดให้กว้างไกลและลงมือทำ โดยใช้ทักษะที่จำเป็นได้อย่างลึกซึ้ง ปฏิบัติด้วยความเข้าใจและนำไปปรับใช้ได้จริงในสถานการณ์จริง เห็นของจริง ลงมือทำ และวิจารณ์ผลได้

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในวิธีการสอนอย่างกว้างขวาง เพื่อสามารถใช้ดุลยพินิจในการเลือกวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชาตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ ควรมีการเรียนรู้ตามสภาพจริง การเรียนที่เน้นเชิงประสบการณ์

ธรรมชาติและลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้คนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนางานได้อย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถพิสูจน์และตรวจสอบได้ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่ช่วยให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society)

Thurber and Collete (1964, pp. 22-24) ได้สรุปว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ประเด็น ได้แก่ การให้คำจำกัดความ การอธิบายวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นองค์ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การให้คำจำกัดความของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นองค์ความรู้และกระบวนการในการแสวงหาคำถามความรู้ ความรู้สามารถตรวจสอบได้และดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง
2. การอธิบายวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นองค์ความรู้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้เป็นเพียงข้อเท็จจริง แต่อาจเป็นหลักการหรือทฤษฎีที่มีข้อผิดพลาดก็เป็นได้ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้ใหม่ในที่สุด
3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนส่วนใหญ่ก็จดจำขั้นตอนต่าง ๆ และนำไปใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

Shortland and Gregory (1991, pp. 15-16) สรุปว่า วิทยาศาสตร์จัดเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยที่ทุกสังคมต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องบ่มเพาะให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งและมองว่าวิทยาศาสตร์คือวิถีชีวิต

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2559, หน้า 8-9) กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แต่เพียงนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนเท่านั้นแต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ มีความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา การพัฒนาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ อย่างสมดุล ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน ซึ่งเป็นความรู้แบบองค์รวมที่นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ซึ่งการดำเนินการต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เกิดจากการรวบรวมความรู้ อย่างมีระบบ เป็นเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่เป็นผลผลิตหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักและกฎวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี เป็นต้น

วิธีสอนวิทยาศาสตร์

Hassard (1999, pp. 19-86) ได้สรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีกลยุทธ์ในการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมคือ มีความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล และการพึ่งพาในเชิงบวกเข้ากับการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนแต่ละคนที่อยู่ในกลุ่ม ต่างก็มีบทบาทเฉพาะของตนเอง แต่ทุกคนจะต้องร่วมกันสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมต้องการความสามารถที่หลากหลายระหว่างนักเรียนเป็นกลุ่ม ซึ่งร่วมกัน

ทำงานให้สำเร็จ กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนมีการตั้งสมมติฐาน บันทึกข้อมูล ปฏิบัติการ แสดงบทบาท และเขียนรายงานสั้น ๆ จะได้ผลดีกว่าการที่จะให้นักเรียนคนเดียวอ่านตำราและตอบคำถาม

การใช้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นประสบการณ์ในการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มของนักเรียนใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถานการณ์ที่ชวนให้สงสัยเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนได้มีการอภิปราย ตัดสินใจ และพิจารณาถึงผลที่ตามมาจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาช่วยแก้ปัญหาทางด้านสังคม เรียนรู้จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์ โดยมีการเขียนและอภิปรายที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 122-123) อธิบายวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ มี 7 วิธีดังนี้คือ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
- 1.2 ตั้งสมมติฐาน
- 1.3 ออกแบบการทดลอง
- 1.4 ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง
- 1.5 ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 แนวทาง คือ แนวทางการใช้เหตุผล แนวทางการใช้การค้นพบ และแนวทางการใช้การทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผล ครูต้องชี้มนักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไปได้โดยใช้เหตุผล ซึ่งครูต้องใช้คำถามที่เหมาะสมและต้องเลือกแรงจูงใจที่เหมาะสม

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบ มี 2 แนวทาง คือ

1. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่ไม่แนะแนวทาง ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ ให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุ อุปกรณ์ โดยไม่ต้องแนะแนวทางอะไรในการใช้

วัสดุ อุปกรณ์ นักเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะให้นักเรียนคิด

2. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่แนะแนวทาง เป็นการสอนที่ครูแนะแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความหรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และหาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบข้อความนั้น โดยมีขั้นตอนคือ เลือกและตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวางแผนการทดสอบ

2. การสอนแบบค้นพบ (Discovery method) Carin and Sund (1975, pp. 97-98 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 157) ได้กล่าวถึงคำว่า การค้นพบและการสืบเสาะหาความรู้ว่า นักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน แต่ Carin and Sund ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมาก กระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์ การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้น ในการออกแบบกิจกรรมการสอนแบบค้นพบ จะต้องให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้กระบวนการทางความคิดที่จะพบมโนคติและหลักการต่าง ๆ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยเหลือ และเป็นທີ່ปรึกษาของนักเรียน ทักษะและความชำนาญในการจัดกิจกรรมการสอนของครูเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสอนแบบค้นพบประสบความสำเร็จ

3. การสอนแบบสาธิต (Demonstration method) Kuslan and Stone (1968, pp. 258-259 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 161) การสาธิตว่า เป็นการจัดแสดงประสบการณ์การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ อาจเป็นการทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อนหรืออาจเป็นเพียงการทดสอบเพื่อยืนยันหรือการอธิบายสิ่งที่ได้ทราบมาแล้ว หรือมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการและกระบวนการต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน

4. การสอนแบบทดลอง (Experimental method) Collete (1973, pp. 229-236 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 167) ได้กล่าวถึง การทดลองกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการว่า มีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่ที่นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานและการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ในการสอนแบบให้นักเรียนทำการทดลองมีกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย ไม่ซับซ้อนถึงกิจกรรมที่ซับซ้อนในการหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญเฉพาะ วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา สามารถที่จะนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันของ

นักเรียนได้ง่าย การเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมจะเป็นการเสริมความรู้ความเข้าใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน

5. การสอนแบบบรรยาย (Lecture method) Andersen and Koutnik, 1972, pp. 60-61 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 171) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายว่าเป็นวิธีสอนที่ครูถ่ายทอดความรู้จำนวนมากแก่นักเรียนโดยตรงโดยการบรรยาย ครูเป็นผู้เตรียมการบรรยายโดยเรียงหัวข้อ เนื้อหาให้เหมาะสม ครูมีความรู้ดีกว่าการเตรียมการบรรยายทำได้ไม่ยาก ครูมีความเชื่อว่านักเรียนสามารถรับความรู้ต่าง ๆ ที่ครูบรรยายได้ ผู้บรรยายมักจะไม่สามารถบรรยายเนื้อหาวิชาให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจได้ นักเรียนหลายคนไม่สามารถรับรู้ จัดลำดับ บันทึกไว้และระลึกถึงเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่ครูสอนโดยการบรรยายได้

6. การสอนแบบอภิปราย (Discussion method) ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 176) ได้กล่าวถึงการสอนแบบอภิปรายว่าเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียน อาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย ต้องไม่สั่งหรือครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน การอภิปรายต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย เน้นหรือขยายความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้กว้างขวางออกไป ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อยุติ การอภิปรายอาจสอดแทรกอยู่ในวิธีการสอนอื่น ๆ ได้

7. การสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation method) ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 181) ได้กล่าวว่า การสอนแบบพุดถามตอบ เป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือเรียน หรือหนังสืออื่นที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างการบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่นในการสอนแบบพุดถามตอบ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบนี้ว่าเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครู ซึ่งครูจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการขยายความและอธิบายเพิ่มเติมแก่นักเรียน

จากการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มีวิธีสอนหลายวิธี ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทราบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรเลือกวิธีสอน หรือกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเองมากที่สุด เลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาพการณ์โดยทั่วไปในชั้นเรียน

ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ทิสนา แจมมณี (2554, หน้า 222) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอน ที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550, หน้า 22) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความหมายในสาระหลักเหมือนกันกับรูปแบบการเรียนการสอน จากการใช้คำในเรื่องเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน โดยทั่วไปแล้วนักการศึกษาได้มีการใช้ในลักษณะที่เป็นเรื่องเดียวกัน เช่น “รูปแบบการสอน-การเรียนรู้”

Joyce and Weil (1996, p. 7) นิยามรูปแบบการเรียนการสอน ว่าหมายถึง เป็นแนวทางในการสอนของผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิด ทักษะ ค่านิยม การแสดงออก รวมทั้งการให้แนวทางของวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพแก่ผู้เรียน โดยคาดหวังว่าการดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ที่ดีในอนาคต

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะของโครงสร้างที่อธิบายถึงลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ แบบแผน ที่มีปรัชญา หลักการ ทฤษฎี อันประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนรู้ รวมถึงวิธีการและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนรู้นั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการ และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ที่นักการศึกษาหลายท่านให้หลักการที่สรุปได้ดังนี้

Joyce, Weil and Calhaun (2004, pp. 21-22) กล่าวว่าองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ การกล่าวถึงความเชื่อ และแนวคิดของทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวชี้้นำกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้น จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. เนื้อหาเป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหา และกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่ง ๆ เมื่อนำรูปแบบไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Arends (1997, p. 7) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. วิธีสอนที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้ที่ต้องการ
3. สิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

Anderson (1997, pp. 521-522) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

1. หลักการ
2. วัตถุประสงค์
3. หลักฐานที่แสดงการยอมรับประสิทธิภาพของรูปแบบนั้น

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามที่นักวิชาการได้นำเสนอจากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยใช้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) จุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามรูปแบบ

ความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Joyce et al. (2004, p. 6) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นผลิตภัณฑ์ของครู ที่นำทางให้พวกเราและให้ความกระจ่างบางอย่างที่เราสามารถเริ่มต้นการค้นคว้าข้อมูลของเรา ครูทุกคนสามารถสร้างบทบาทการปฏิบัติตามที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและสร้างสถานการณ์ให้เป็นสภาพแวดล้อมกับนักเรียนให้เป็นไปตามที่ต้องการให้การศึกษา การปฏิบัติเหล่านี้กลายเป็นจุดหมายของทางการศึกษาที่ครูทำการวิจัยและกลายเป็น โมเดลที่เราสามารถใช้พัฒนาวิชาชีพที่นำมาพัฒนาการเรียนการสอน

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2550, หน้า 347) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการแสดงผังที่จะช่วยครูใหม่ในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ว่าควรเตรียมการจัดการเรียนรู้อย่างไร โดยมีการวิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ว่ามีตัวแปรสำคัญอะไรบ้าง และควรจะเริ่มและจะจบบทเรียนอย่างไร รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะช่วยครูให้มีความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้และเป็นครูที่ดี และมีประสิทธิภาพได้ ครูควรใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการเตรียมการสอนเพื่อช่วยนักเรียน

ให้เรียนรู้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล และจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการจัดห้องเรียนได้ ครูที่ได้ชื่อว่า เป็นครูที่สอนดีและมีประสิทธิภาพ ไม่จำเป็นจะต้องมีอัจฉริยะหรือพรสวรรค์ของการเป็นครูดิดตัว มาแต่กำเนิด แต่มีอัจฉริยะในการที่จะเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง และวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Lasley, Matczynski and Rowley (2002, p. 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่ สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของชั้นเรียนที่ครูผู้สอนต้องแสดงบทบาทกับผู้เรียน โดยที่รูปแบบ การจัดการเรียนรู้นั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่าครูผู้สอนต้องเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหา ไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งของปัญหา มีพื้นฐานความเข้าใจว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ในการนำไปสู่ความเข้าใจที่สมบูรณ์ของความคิด

จากแนวคิดความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนวางแผนในการจัดการเรียนรู้ เป็นแนวทาง ในการให้ผู้เรียนพัฒนาไปสู่เป้าหมายและบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่ต้องการ

วิธีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

Dick and Carey (1996, pp. 2-7) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Studying basic data and related literature phase) โดยการวิเคราะห์ปัญหา หรือประเมินความต้องการ เพื่อให้ได้รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ปัญหาอะไรเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหานั้นเป็นปัญหาที่แท้จริงหรือไม่ อะไรเป็นสาเหตุของปัญหา อะไรคือวิธีที่แก้ปัญหานั้นได้ การประเมินความต้องการเป็นการกำหนดให้เข้าใจว่าการสอนที่จะทำการออกแบบและพัฒนานั้นเป็นสิ่งที่ต้องการที่แท้จริงหรือไม่ รวมถึงการวิเคราะห์นักเรียน คุณลักษณะของผู้เรียนทั้งด้านเพศ อายุ พื้นฐานสังคมเศรษฐกิจ ความถนัด แรงจูงใจ ความรู้พื้นฐานเดิมที่มีมาก่อน รวมทั้งความแตกต่างระหว่างบุคคลและรูปแบบการเรียนรู้ (Learning styles)

2. ขั้นการพัฒนา (Development production phase) ในขั้นตอนนี้จำแนกเป็นการพัฒนา เนื้อหาความรู้ กระบวนการเรียนการสอน แบบทดสอบ สื่อและวัสดุการสอน เช่น การพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน ควรทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson plan) ที่จะดำเนินการอย่างไรบ้าง โดยทั่วไปการสอนที่มีประสิทธิภาพจะประกอบด้วยกิจกรรมขั้นจูงใจ ให้วัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน คำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน ให้สารสนเทศและตัวอย่าง รวมถึงการสร้างข้อสอบต้องศึกษา วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในรายวิชานั้น เพื่อสร้างข้อสอบให้สอดคล้องและควรเป็นแบบทดสอบที่วัดได้ครบตามต้องการ อีกทั้งพัฒนาสื่อและวัสดุการสอนผู้ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัด

การเรียนรู้จำเป็นต้องดูแลทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้แน่ใจว่าการผลิตได้ดำเนินไปตามคำแนะนำ ที่ให้ตามแนวทางของการออกแบบ มีความคงเส้นคงวาต่อเนื่องและมีคุณภาพ

3. ขั้นการนำไปใช้ทดลอง (Implementation phase) การนำไปทดลองใช้ต้องคำนึงถึง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 2 ประการ คือ การสอนและบริหารการสอน ข้อควรตระหนักในขั้นการจัด การเรียนการสอนคือ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน คือ ครูผู้สอนทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการเรียนหรือจัดสภาพแวดล้อม การเรียนการสอนต้องคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูผู้สอนต้องเป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียน และพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

4. ขั้นการประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการวัดว่าวงจรการพัฒนาแบบการเรียน การสอนนั้นสมบูรณ์แล้ว ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นส่วนสำคัญที่ได้จากการประเมินผล เพื่อนำไป ปรับปรุงในส่วนของแต่ละขั้นตอนให้ดีขึ้นและตรงตามวัตถุประสงค์ ถ้าการประเมินผลพบว่า จุดใดควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลงก็ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

Joyce and Weil (1996, pp. 11-25) ได้สรุปขั้นตอนเกี่ยวกับวิธีการพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และข้อค้นพบจากการวิจัย ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน หรือปัญหาจากเอกสารงานวิจัย
2. การกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่น ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐาน และสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ การกำหนดเป้าหมายของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการสอน ไปใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของ การสอน เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพสูง
3. การกำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วย รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มย่อย ผู้สอน จะต้องเตรียมงาน จัดสภาพการเรียนการสอน เพื่อให้การใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพ หรือนำรูปแบบ นั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ถ้าพิจารณาเห็นว่าเหมาะสม
4. การประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดสอบความมีประสิทธิภาพของ รูปแบบที่สร้างขึ้น โดยทั่วไปจะใช้วิธีการต่อไปนี้คือ ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎี โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะประเมินความสอดคล้องภายในระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และประเมิน ความเป็นไปได้เชิงปฏิบัติการ โดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้

Clark (2000, pp. 2-5) ได้เสนอการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะ บันไดเวียนที่เริ่มจากการวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมิน (Evaluation) โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

1. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระยะของการสร้างความเข้าใจในการดำเนินการและเข้าใจ ในบริบทของสิ่งที่จะดำเนินการ อันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การวิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ เอกสารการเรียนรู้ ภาระงาน แหล่งความรู้ และศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เป็นระยะของการเตรียมการเพื่อให้การดำเนินการเป็นไป อย่างสอดคล้องสัมพันธ์กัน

2. การออกแบบ (Design) เป็นระยะของการใช้วิถีทาง วิธีการ หรือยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดเรียนลำดับ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ และเป็นระยะ ของการศึกษาและตัดสินใจเลือกวิธีการและรูปแบบที่สามารถทำให้ผู้เรียนเป้าหมายการเรียนรู้ได้ ซึ่งผู้ออกแบบต้องมีความรู้เกี่ยวกับ หลักการ แนวทฤษฎีการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางของทฤษฎีการเรียนรู้และการออกแบบ เนื้อหา สื่อ วัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ ที่เอื้อต่อการเรียนของผู้เรียนรวมทั้งการประเมินที่เหมาะสม

3. การพัฒนา (Development) เป็นระยะการสร้างและพัฒนาสื่อ ปรับปรุงการเรียน การสอน ยุทธศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ จะเริ่มเข้าสู่การสร้างและพัฒนา รูปแบบในแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ มีการสร้างสื่อ การประเมินให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยพัฒนา ให้ครบทุกองค์ประกอบของรูปแบบการสอน แล้วหาประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างขึ้น

4. การนำไปใช้ (Implementation) เป็นระยะของการจัดการ ดำเนินการสอนที่มี ประสิทธิภาพและการยืนยันประสิทธิผลของรูปแบบการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่อง อันจะนำไปสู่หนทางในการแก้ไขให้รูปแบบนั้นมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นการศึกษาข้อบกพร่องของการพัฒนารูปแบบการสอน ซึ่งสามารถทำได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินการ และสามารถประเมินเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบ ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการดำเนินการ หรือถ้ามีความจำเป็นก็สามารถดำเนินการซ้ำอีกครั้ง หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ทิศนา แคมมณี (2554, หน้า 201-204) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ การจัดการระบบ โดยมีขั้นตอนการพัฒนามาใช้ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้อง มีจุดมุ่งหมายของตน ดังนั้นในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใด ๆ สิ่งสำคัญประการแรกก็คือ ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน

2. ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้ใดมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำมากเพียงใด ย่อมสามารถกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้ รอบคอบขึ้น ดังนั้นในการศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะช่วยทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีพื้นฐานที่มั่นคงขึ้น

3. การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ผู้สร้างหรือจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความจริงมาใช้ในการจัดสร้าง รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะช่วยขจัดหรือป้องกันปัญหาอันจะทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ขาดประสิทธิภาพ

4. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดหมายบรรลุผลสำเร็จ ผู้มีประสบการณ์มากย่อมมองเห็น ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก จึงมักกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ละเอียดรอบคอบ มากกว่าผู้มีประสบการณ์น้อย ผู้มีความรู้และความคิดสร้างสรรค์มากย่อมเห็นแนวทางที่จะช่วยให้ เป้าหมายบรรลุผลสำเร็จได้ จึงมักกำหนดองค์ประกอบที่จะเอื้ออำนวยให้ระบบประสบผลสำเร็จได้ นอกจากนี้ การกำหนดองค์ประกอบหรือตัวแปรของระบบสามารถใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ เข้ามาช่วยคัดสรรหาองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ได้ด้วย

5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการขั้นต่อไป

6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิด ความรอบคอบ มาก ผู้จัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกัน ในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ใช้เวลาในการพิจารณามาก ซึ่งนอกจากจะอาศัยหลักตรรกะแล้ว ยังสามารถใช้วิธีทดสอบทางสถิติ เข้ามาช่วยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลายได้ว่า อะไรสัมพันธ์กันโดยตรงหรือโดยอ้อม

7. การจัดผังรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เมื่อจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ได้ลงตัวแล้วผู้จัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถนำเสนอความคิดของตัวเองออกมาเป็นผังจำลอง ความคิดซึ่งในขั้นนี้อาจจัดเป็นผังแสดงลำดับขั้นตอนตามที่เห็นสมควร ซึ่งลำดับขั้นตอนนี้ก็คือ ผลของการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และการจัดความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบนั่นเอง

8. การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขึ้นต้นดังกล่าวเป็นขั้นตอนหลักในการคิด และเขียนผังรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออกมาให้ชัดเจน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่คิดจะต้องผ่านการพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งทางด้านทฤษฎี/ หลักการ และการปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะได้ผ่านกระบวนการอย่างรอบคอบเพียงใด ก็ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดีมีประสิทธิภาพ จนกว่าจะได้นำไปทดลองใช้และใช้จริง เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น ดังนั้นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จริงเป็นสิ่งจำเป็น

9. การประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ใดใช้แล้วได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากที่สุด รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นจึงเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีประสิทธิภาพ

10. การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะต้องผ่านการทดลองและประเมินผลมาแล้ว ผลจากการทดลองใช้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นให้ดีขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดวิธีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สรุปได้ว่าวิธีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง กำหนดองค์ประกอบ จัดกลุ่มองค์ประกอบ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ จัดทำผังรูปแบบ กระบวนการหรือขั้นตอน และเทคนิคพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้และนำไปใช้ทดลองเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด ประเมินผลและปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ดียิ่งขึ้นไป

การประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ควรมีผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นถึงวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการใช้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และประเมินผลตาม

Oliva (2005, pp. 385-387) ได้สรุปการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยระยะของการประเมินต่าง ๆ ดังนี้

1. การประเมินผลก่อน (Pre assessment) การประเมินในขั้นนี้มี 2 ชนิด คือ ทดสอบพฤติกรรม และทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ใช้วัดเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนก่อนการเรียนว่า ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยวิธีการใหม่อย่างไร แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ออกแบบตั้งใจไว้ในการสอน

2. การประเมินผลระหว่าง (Formative evaluation) เป็นการประเมินผลระหว่างที่ทำการเรียนการสอนแสดงให้เห็นความก้าวหน้าของผู้เรียน มีการใช้เทคนิคการประเมินอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการสำหรับข้อมูลจากการประเมินผลระหว่างเรียนใช้ได้ทั้งการตัดสินใจเกี่ยวกับงานของผู้เรียนและการจัดกลุ่มผู้เรียน การจัดหน่วยการเรียนและแผนการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการจัดการเรียนรู้

3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ (Summative evaluation) เป็นการประเมินผลผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดหลักสูตรหรือบทเรียน วัตถุประสงค์หลักของการทดสอบหลังการเรียนเพื่อค้นหาว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่จัดให้ ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนหรือโปรแกรมหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้

การวัดผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะออกข้อสอบตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ของ Bloom, Engelhart, Frust, Hill, and Krathwohl (1972, pp. 201-207) แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นการระลึกถึงเรื่องราวหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับรู้และเก็บสะสมไว้

1.1 ความรู้ความจำในเนื้อเรื่อง (Knowledge of specific)

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology)

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎ ความจริง ความสำคัญ (Knowledge of specific facts)

1.2 ความรู้ความจำในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and means of dealing with specific)

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีประพฤติปฏิบัติตามระเบียบแบบแผน (Knowledge of conventions)

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of trends and sequences)

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Knowledge of classifications and categories)

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of criteria)

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of methodology)

1.3 ความรู้ความจำในความรู้รวบยอด (Knowledge of the universals and abstractions in a field)

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและลักษณะทั่วไป (Knowledge of principles and generalizations)

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of theories and structures)

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการนำความรู้ความจำไปสัมพันธ์กับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

2.1 การแปลความ (Translation)

2.2 การตีความ (Interpretation)

2.3 การคาดการณ์ (Extrapolation)

3. การประยุกต์ใช้ (Application) เป็นการนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์เฉพาะและเป็นรูปธรรม

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการพิจารณาแยกแยะ รายละเอียดของสาระสำคัญหรือลำดับความสัมพันธ์ของความคิด และ/ หรือความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่แสดงออกให้ชัดเจน

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements)

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships)

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles)

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of a unique communication)

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of a plan, or proposed set of operations)

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of abstract relations)

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการประเมินค่าของเรื่องราวและวิธีตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgments in terms of internal evidence)

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgments in terms of external criteria)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ

Joyce, Weil and Calhoun (2004, pp. 23-38) ได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตาม Models of teaching ดังนี้

1. กลุ่มที่เน้นการประมวลผลข้อมูล (The information-processing family) เน้นวิธีการเสริมสร้างมนุษย์ให้มีความเข้าใจในการได้มาและการจัดกระทำข้อมูล ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น และสร้างวิธีการแก้ปัญหา และแนวคิดในการพัฒนาและภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร ตัวอย่างรูปแบบ

การประมวลข้อมูล เช่น รูปแบบพินิจหมวดหมู่ (Inductive thinking) ของ Hilda Taba รูปแบบเพาะมโนทัศน์ (Concept attainment) ของ Jerome Bruner รูปแบบการสอนจำ (Mnemonics) ของ Michael Pressley, Joel Levine และ Richard Anderson รูปแบบสร้างสรรค์ความคิด (Synectics) ของ Bill Gordon เป็นต้น

2. กลุ่มที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (The social family) เน้นการพัฒนาสังคมของการเรียนรู้ สิ่งที่ทำเป็นในเรื่องนี้คือการจัดห้องเรียนให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสัมพันธ์ของการอยู่ร่วมกัน เป็นการพัฒนาวัฒนธรรมของโรงเรียนในเชิงบวกแบบบูรณาการและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ตัวอย่างรูปแบบทางสังคม เช่น รูปแบบกลุ่มสืบค้น (Group Investigation) ของ John Dewey และ Herbert Thelen รูปแบบบทบาทสมมติ (Role Playing) ของ Fannie Shaftel และรูปแบบการตัดสินใจอย่างชาญฉลาด (Jurisprudential Inquiry) ของ Donald Oliver และ James Shaver เป็นต้น

3. กลุ่มที่เน้นตัวบุคคล (The personal family) เน้นความอยากรู้อยากเห็นของแต่ละบุคคลสามารถพัฒนาได้จากประสบการณ์และมุมมองที่แต่ละคนที่จะมีการอภิปรายกันในการดำเนินชีวิตทำงาน และสร้างครอบครัวด้วยกัน โดยที่แต่ละบุคคลมีมุมมองที่พยายามศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบ มีความสร้างสรรค์เพื่อยกระดับชีวิตให้สูงขึ้น ตัวอย่างรูปแบบตัวบุคคล เช่น รูปแบบการสอนโดยอ้อม (Nondirective teaching) ของ Carl Rogers เป็นต้น

4. กลุ่มเน้นการปรับพฤติกรรม (The behavioral systems family) มุ่งเน้นการพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียนและทักษะการปฏิบัติ มีการกำหนดงานและแจ้งผลความก้าวหน้าให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน ทฤษฎีที่รองรับรูปแบบในกลุ่มนี้ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social learning theory) เป็นที่รู้จักกันในเรื่องการปรับพฤติกรรม (Behavior modification) การบำบัดพฤติกรรม (Behavior therapy) ตัวอย่างรูปแบบการปรับพฤติกรรม เช่น รูปแบบการเรียนรู้แบบรอบรู้ (Mastery learning) ของ Benjamin Bloom และ James Block รูปแบบการสอนโดยตรง (Direct instruction) ของ Tom Good, Jere Brophy, Carl Bereiter, Ziggy Engleman และ Wes Becker เป็นต้น

ทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 221-222) ได้จัดหมวดหมู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบ สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain)
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective domain)
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-motor domain)
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process skills)
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการ (Integration)

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้คือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัยมาใช้เป็นแนวทางในการให้ผู้เรียนพัฒนาไปสู่เป้าหมายและบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ระยะเวลาได้พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งมี 2 ขั้นตอน ซึ่งต่อมามีการขยายเป็น 3 และ 4 ขั้น จนถึงนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological science curriculum society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม รูปแบบการเรียนการสอน 5 ขั้น ยังมีปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบเพิ่มขึ้นอีก 2 ขั้น เป็น 7 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นเร้าความรู้สึก (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจออกมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะกระตุ้นโดยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างท่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง ควรสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผล

ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกัประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. **ขั้นขยายความคิด (Expansion phase/ elaboration phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะทำให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากขึ้น และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** ในขั้นนี้เป็นขั้นประเมินผลการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)** ในขั้นนี้เป็นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย่

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย่ (Gagne's instructional model) (Gagne, 1985, pp. 243-257) มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบประกอบด้วย การดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนรวม 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจ (Gaining attention) การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้า หรือสิ่งที่จะเรียนรู้ได้ดี

ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน (Informing learners of the objective) การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับความคาดหวัง

ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating recall of prior learning) การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม เป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในความจำเพื่อนใช้งาน (Working memory) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ (Presenting the stimulus) การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นในลักษณะสำคัญของสิ่งเร้า นั้น

ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้ หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย (Providing “Learning guidance”) การให้แนวการเรียนรู้ หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น

ขั้นที่ 6 การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ (Eliciting performance) การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียน และข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการแสดงออก (Assessing performance) การประเมินผลการแสดงออก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 9 การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing retention and transfer) การส่งเสริมความคงทนการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้มีการฝึกฝนเพียงพอและในสถานการณ์ที่หลากหลาย และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองคือรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne มาสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) โดยให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน

การคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยความหมาย ประเภทของการคิดวิเคราะห์ ขั้นตอนของการคิดวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

Bloom et al. (1972, p. 144) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

Good (1973, p. 680) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึงการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 20) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึงความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างโดยการตีความ

การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและผลที่ไม่ขัดแย้งกัน

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2549, หน้า 69) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าหมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วย อะไร มีจุดมุ่งหมายและความประสงค์สิ่งใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถ นำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, หน้า 49) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง “ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนกแยกแยะเปรียบเทียบข้อมูลจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับ องค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้และใช้กระบวนการ ตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

พรรณี เกษมกล (2558, หน้า 161) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการ ที่แยกแยะ หาสาเหตุ หาตัวแปรสำคัญอย่างใคร่ครวญ เช่นวิเคราะห์เหตุการณ์ แยกออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ การวิเคราะห์จะแยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ที่แน่นอนเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ ความสำคัญ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบาย ตีความสิ่งที่เห็น รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผล ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิด เพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ประเภทของการคิดวิเคราะห์

ประเภทของการคิดวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

Bloom et al. (1972, p. 145) กล่าวว่า ประเภทของการคิดวิเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่ นั้น มีอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใด ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม สิ่งใดที่ขาดเสียมิได้ สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียน มากกว่าวิธีอื่น เช่น ข้อความนี้กล่าวถึงสิ่งสำคัญใด ที่กล่าวเช่นนั้นเพื่อให้เกิดอะไร

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) เป็นความสามารถในการค้นหา ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อกันเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือ

ขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงต้องทำตามแนวโน้มของโลก เหตุใดคนตกใจมากจึงเป็นลม

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเรื่องหรือเรื่องราวที่ขัดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่าน มีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ คำถามวิเคราะห์หลักการ มักจะมีคำถามที่ว่า ยึดหลักการใด มีหลักการใดอยู่เสมอ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้เช่น รถยนต์วิ่งได้ด้วยหลักการใด มีหลักการเตรียมตัวอย่างใด จึงจะสอบปริญญาโทได้

Marzano (2007, p. 145) กล่าวว่า การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการใช้เหตุผล และความละเอียดถี่ถ้วนในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีกระบวนการที่สำคัญย่อย ๆ 5 ประการ ได้แก่ 1) การจำแนก 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) การสรุปเป็นหลักการ และ 5) การทำนาย

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, หน้า 49) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ เพื่อลงสรุปและตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งผู้สอนสามารถใช้คำถามถามผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ได้ 3 ลักษณะ คือ 1) การวิเคราะห์ความสำคัญประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิด การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ การวิเคราะห์เลขน้อย 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ การวิเคราะห์จุดประสงค์ และวิธีการ การวิเคราะห์สาเหตุและผล และการวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย และ 3) การวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์โครงสร้างและการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งผู้สอนสามารถใช้คำถามที่หลากหลายลักษณะดังกล่าวเพื่อฝึกผู้เรียนบ่อย ๆ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เก่งในการคิดวิเคราะห์ได้

สุคนธ์ สิ้นขวานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สิ้นขวานนท์ (2552, หน้า 13) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือวัตถุสิ่งของต่าง ๆ หรือเรื่องราว เหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่หรือปรากฏอยู่จนได้ความคิดที่จะนำไปสู่ข้อสรุปและการนำไปประยุกต์ใช้ ขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ ได้แก่

1. กำหนดสิ่งสำเร็จรูปสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์หรือเรื่องราวเป็นตัวตั้งเรื่อง เช่น ต้นไม้ สัตว์ ภาวะโลกร้อน ฯลฯ

2. กำหนดคำถามหรือปัญหาเพื่อค้นหาความจริง เช่น ต้นไม้มีความสัมพันธ์ต่อมนุษย์อย่างไร, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้แก่อะไรบ้าง, ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุมาจากสิ่งใด ฯลฯ

3. พินิจพิเคราะห์แยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย เช่น ต้นไม้มีความสำคัญต่อมนุษย์ คือ เป็นร่มเงาบังแสงแดด ต้นไม้บางชนิดเป็นยารักษาโรค ผลไม้นำมาเป็นอาหาร ฯลฯ

4. สรุปเป็นคำตอบ หรือตอบปัญหานั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อจำแนกแยกแยะตอบคำถามแล้วจะได้วัดความคิดว่าต้นไม้มีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เพื่อได้ข้อสรุปและนำไปเป็นแนวทางในการตัดสินใจประยุกต์ใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ต่อไป

จากนักการศึกษาที่ระบุประเภทของการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยนำมากำหนดประเภทการคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะคือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราว เหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่หรือปรากฏอยู่จนได้ความคิดที่จะนำไปสู่ข้อสรุปและการนำไปประยุกต์ใช้

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในสังคมปัจจุบัน ที่มีข้อมูลข่าวสารหลากหลาย และกรณีที่ต้องตัดสินใจบนฐานของหลักการและเหตุผลทั้งนี้แนวคิดดังกล่าวมีสาระสำคัญดังนี้

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดขั้นสูงที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในยุคโลกาภิวัตน์ซึ่งมีข้อมูลสารสนเทศมากมายให้ใคร่ครวญคิด แล้วตัดสินใจนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้นักวิชาการได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

Dewey (1933, p. 9) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญใคร่ครวญ และอธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Good (1973, p. 680) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

Ennis (1985, p. 46) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ อันจะช่วยการตัดสินใจสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

Scriven and Paul (1992) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่มาจากทักษะและความคล่องตัวทางความคิด ในการสรุปประเด็น การสร้างความคิดรวบยอด การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินข้อมูล ที่เก็บสะสมมาจากการสังเกต หรือการถูกกระตุ้นให้เกิดความคิด โดยการสังเกตประสบการณ์ การคิดทบทวน การใช้เหตุผล

พรณี เกษกมล (2558, หน้า 214) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง กระบวนการคิดเชิงระบบที่มีเหตุผลผ่านการไตร่ตรองอย่างรอบคอบมีหลักเกณฑ์ชัดเจน ถูกต้องแม่นยำและเชื่อถือได้ ถือว่าเป็นการแสวงหาความจริง ความถูกต้องที่ดีที่สุด มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการเลือกใช้นโยบายที่เหมาะสมที่สุด

ชาติ แจ่มนุช (2545, หน้า 47-48) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง เป็นการคิดที่ผ่านกระบวนการไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล เกี่ยวกับข้อมูล หรือสภาพการณ์ ที่ปรากฏ โดยอาศัยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเอง และข้อมูลหลักฐานที่เชื่อถือได้ แสวงหาความรู้หรือความจริงเพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลว่าตนเองเชื่อ-ไม่เชื่อ เลือก-ไม่เลือก ทำ-ไม่ทำ

วัชรวิภา เถาเรียนดี (2552, หน้า 30) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล ความสามารถที่จะตัดสินใจเลือกเชื่อและเลือกปฏิบัติในสิ่งที่เหมาะสมด้วยหลักการและเหตุผล

สุคนธ์ สิ้นทพานนท์ และคณะ (2552, หน้า 72) ให้ความหมายของการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ใช้เหตุผล โดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาอย่างสมเหตุผล ก่อนตัดสินใจสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ก่อนการตัดสินใจในเรื่องใดก็ต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอ เป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้น ในการค้นคว้าข้อมูลและความรู้ มีความรอบคอบไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วน

ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง (2553, หน้า 71) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าหมายถึง ผลของการใช้หลักการและเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อย่างรอบคอบในการตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 110) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าหมายถึง กระบวนการคิดระดับสูง ที่เป็นความสามารถทางปัญญาขั้นสูงและต้องใช้ความสามารถ

หลากหลายในการคิด เพื่อพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อการตัดสินใจ ได้แก่ ความสามารถในการคิดรวบยอด การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้อาจรวบรวมมาอย่างรอบด้าน ทั้งข้อมูลเชิงวิชาการ ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม และข้อมูลส่วนตัวของผู้คิด ให้เกิดความชัดเจนถูกต้องแม่นยำ เกี่ยวข้องตรงประเด็น สม่่าเสมอคงเส้นคงวา มีหลักฐานตรวจสอบได้ มีเหตุผล มีความลุ่มลึก มีความกว้างขวาง ความเป็นธรรมไม่ลำเอียง นำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด เน้นการทำความเข้าใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรอง สถานการณ์ ประเด็น หรือปัญหา อย่างมีเหตุผล เพื่อตัดสินใจ หรือแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ควรทำ โดยใช้ความรู้ความคิดจากประสบการณ์ของตน จากข้อมูลรอบด้าน อันจะช่วยให้เกิดการตัดสินใจได้ถูกต้อง

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

จิระ ดิษฐ์ (2554, หน้า 88) ได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วย

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของ

หรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การตัดสินใจระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่

ที่ไม่เกี่ยวข้อง

1.4 การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราวหรือ

สถานการณ์

2. การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ประกอบด้วย

2.1 การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและการตัดสินใจอย่างมี

เหตุผล

2.2 การตัดสินใจว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์

ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุความคิดที่คนยึดติด หรือความคิดดั้งเดิมเกี่ยวกับคน กลุ่มคน

2.5 การระบุความมีอคติ ปัจจัยด้านอารมณ์ การโฆษณา การเข้าข้างตนเอง

2.6 การระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยม และอุดมการณ์
ที่แตกต่างกัน

3. การแก้ปัญหา การลงข้อสรุป ประกอบด้วย

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้

Ennis (1985, pp. 45-48) ได้กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ประกอบด้วยดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา
2. การคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
3. การตั้งคำถาม
4. การพิจารณาความเชื่อของแหล่งข้อมูล
5. การตัดสินใจข้อมูล
6. การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย
7. การใช้เหตุผลเชิงอุปนัย
8. การตัดสินใจคุณค่า
9. การให้ความหมาย คำอธิบาย
10. การระบุข้อสันนิษฐาน
11. การตัดสินใจ
12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

Paul (n.d. อ้างถึงใน จิระ ดีช่วย, 2554, หน้า 88) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา เป็นกรคิดอย่างมีเหตุผล ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือ
คิดเพื่อหาความรู้

1. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้คือผู้คิดสามารถระบุปัญหา คำถาม
ต่าง ๆ รวมทั้งระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไขได้ หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้
2. สารสนเทศ คือข้อมูลความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาควรมี
ความกว้าง ลึก ชัดเจน ชัดชุ่น และมีความถูกต้อง
3. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจนและถูกต้อง
และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

4. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล และแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

5. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้เพื่อประโยชน์ในด้านการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล

6. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบคือ ต้องมีความสามารถคิดไกล คือ มองถึงผลที่ตามมา รวมกับการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

เพ็ญพิศุทธิ์ เนกมานุรักษ์ (2537, หน้า 35) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการคิดที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 7 ด้าน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา (Identify problem) หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาจากข้อความที่กำหนด
2. การรวบรวมข้อมูล (Collecting information) หมายถึง ความสามารถในการสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ
3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of source of information) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การประเมินความถูกต้องของข้อมูล และประเมินความเพียงพอของข้อมูลทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ
4. การระบุลักษณะของข้อมูล (Identify information) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล และการระบุความคิดเบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ
5. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้
6. การลงสรุป (Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive) และการใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive)
7. การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการยืนยัน หรือเปลี่ยนแปลงข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ถูกต้องเหมาะสมจากข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการทำนายที่คาดว่าจะเกิดตามมาจากผลการตัดสินใจข้อสรุปได้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540, หน้า 87-88) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการทางปัญญา ซึ่งมีขั้นตอนตั้งแต่การ รับรู้ จำ เข้าใจ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความคิดรวบยอด ให้นักเรียนสังเกต ทำกิจกรรม ได้ความคิดรวบยอด เชื่อมโยงความสัมพันธ์ สรุปใจความได้ครบถ้วนถูกต้อง
2. ขั้นการอธิบาย นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงเห็นด้วยไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่กำหนด เน้นการให้เหตุผล หลักการ กฎเกณฑ์ มีหลักฐานประกอบให้น่าเชื่อถือ
3. ขั้นการรับฟัง นักเรียนแสดงความคิดเห็นตอบโต้คำวิจารณ์ ปรับเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองถ้าได้ข้อมูลที่ดีกว่า
4. ขั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เปรียบเทียบความแตกต่าง ความคล้ายคลึง และสรุป จัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกันในเชิงเหตุและผล ในลักษณะอุปมา อุปมัย
5. ขั้นวิจารณ์ วิเคราะห์ วิจารณ์ จำแนกหาส่วนดี ส่วนด้อย สำคัญไม่สำคัญของสิ่งนั้น ๆ
6. ขั้นการสรุป สรุปผลอย่างถูกต้องตามข้อมูลในขณะนั้น

Watson and Glaser (1964, p. 24) ได้สรุปความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปและการแยกความคิดออกจากข้อเท็จจริงที่คาดคะเนจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้
2. ความสามารถในการจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องยอมรับก่อนมีการโต้แย้ง
3. ความสามารถในการจำแนกได้ว่า ข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดไว้
4. ความสามารถในการจำแนกได้ว่า ข้อสรุปใดเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติทั่วไปที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้
5. ความสามารถในการจำแนกได้ว่า การอ้างเหตุผลใดมีความหนักแน่นเชื่อถือได้หรือไม่หนักแน่น เมื่อพิจารณาตามความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

Dressel and Mayhew (1957, p. 17) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาแล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และการนิยามปัญหานั้นมีความสำคัญมากสำหรับการอ่านและการฟังเรื่องราว

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาและเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การพิจารณาความพอเพียงของข้อมูล การจัดระบบของข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นและข้อความใดไม่ใช่ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะว่าทำให้มองเห็นความแตกต่างของข้อมูลเพื่อลงความเห็นว่าควรยอมรับหรือไม่

4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด เป็นความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐานจากข้อความและสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหาในข้อความหรือสถานการณ์นั้น ๆ ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะว่าทำให้มีความรอบคอบและมีความพยายามในการคิดถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาหรือความเป็นไปได้ของสมมติฐาน

5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุผล โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะว่าทำให้สามารถลงความเห็นว่าความเป็นจริงจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่

ผู้วิจัยได้นำความรู้ส่วนนี้มาใช้ในการกำหนดกระบวนการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการสร้างคำถามเพื่อให้นักเรียนมีทักษะการคิด และมีความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา ได้แก่ การพิจารณาและเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีการกำหนดและเลือกสมมติฐานจากข้อความและสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหา มีการรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลของปัญหา โดยระบุเหตุผลได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2552, หน้า 31) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีหลายเทคนิควิธี ได้แก่ เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิคกรณีศึกษา การอภิปราย เทคนิคการใช้คำถาม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. เทคนิค CATS (Classroom assessment techniques) ของ Angelo (1991 อ้างถึงใน ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง, 2553, หน้า 101 ได้เสนอวิธีการสอนคิดด้วยวิธีการประเมินผลระหว่างเรียน ในขณะที่มีการสอนเรื่องหนึ่งเรื่องใดเพื่อเป็นแนวทางในการติดตามดูแลและสนับสนุนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนดังนี้ คือ ให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดโดยให้เขียนเป็นข้อความพรรณนา อธิบายคำถามนั้นสั้น ๆ เช่น สิ่งสำคัญที่สุดที่ได้เรียนรู้วันนี้คืออะไร มีคำถามเกี่ยวกับเรื่อง

ที่เรียนอะไรบ้างที่ยังเป็นข้อสงสัยมากที่สุดของนักเรียน โดยครูจะเลือกคำตอบของนักเรียนบางคน และนำมาอภิปรายต่อไป

2. เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative learning strategies) ซึ่ง Bruner (1995) ได้เสนอแนะว่าการจัดนักเรียนให้ได้ร่วมกันเรียนรู้เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถ้าเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่ร่วมมือกันอย่างแท้จริง นักเรียนจะมีความกระตือรือร้น แสดงความคิดเห็น โดยมีการสนับสนุนให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างนักเรียนด้วยกัน และระหว่างครูกับนักเรียน

3. เทคนิคกรณีศึกษาและการอภิปราย (Case study/ discussion method) Mcdate (1995) อ้างถึงใน ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง, 2553, หน้า 101) ได้แนะนำเกี่ยวกับเทคนิคนี้ควรเริ่มต้นด้วยครูเสนอกรณีปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนทั้งชั้น โดยไม่มีการสรุป ให้นักเรียนเตรียมคำถามเพื่อการอภิปราย ครูนำการอภิปรายและเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปแต่ละกรณี

4. เทคนิคการใช้คำถาม (Using question) King (1995 อ้างถึงใน ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง, 2553, หน้า 101) ได้นำเสนอวิธีการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดวิจักษณ์ไว้ดังนี้

4.1 ให้เพื่อนผลัดกันถามคำถามและตอบคำถาม หลังจากการบรรยายโดยครูตั้งคำถามนำก่อน เช่น จุดอ่อนจุดแข็งของเรื่องที่เรียนคืออะไรบ้าง นักเรียนจะต้องตั้งคำถามจากเรื่องที่เรียนเท่านั้น จัดกลุ่มนักเรียนหรือจับคู่ให้นักเรียนถาม-ตอบ และเลือกคำถามที่สนใจมากที่สุดมาอภิปรายทั้งชั้น

4.2 คำถามจากผู้อ่าน (Reader's question) ให้นักเรียนตั้งคำถามจากเรื่องที่ให้อ่านและส่งครูก่อนเรียนเรื่องต่อไป ครูเลือกคำถามเพื่อการอภิปรายทั้งชั้น

4.3 วิเคราะห์บทสนทนา (Written dialogues) ครูนำเสนอบทสนทนาจัดกลุ่มนักเรียนประมาณ 3-4 คน ให้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันของกลุ่มสนทนาในบทสนทนา โดยพยายามมองหาหลักฐานที่สำคัญ การตีความ การให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง ไม่ตรงตามความเป็นจริง นักเรียนแต่กลุ่มจะต้องตัดสินใจว่าแนวคิดหรือทัศนะใดที่เป็นความจริงมากที่สุด หลังจากสรุปนักเรียนแสดงบทบาทตามบทสนทนา

4.4 การแสดงบทบาทต่าง ๆ ของสมาชิกกลุ่ม (Spontaneous group dialogue) โดยจัดให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งให้แสดงบทบาทเป็นผู้นำ ผู้ให้ข้อมูล ผู้ขอความคิดเห็น ผู้โต้แย้ง กำหนดผู้สังเกตการทำหน้าที่ของแต่ละคนและนำสู่การอภิปรายภายหลัง

จากการศึกษาเทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้เลือกเทคนิคที่หลากหลาย เช่น การร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิคกรณีศึกษา การอภิปราย เทคนิคการใช้คำถาม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอน

การคิดแก้ปัญหา

ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

Gagne (1985, p. 138) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหว่าเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา

Bourne, Ekstrand and Dominowski (1971, p. 137) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

Soden (1994, p. 27) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะด้านการคิดเช่นเดียวกับการเรียนรู้ที่เป็นทักษะด้านการคิดด้วยเช่นกัน นักเรียนจะต้องรู้วิธีที่จะกระทำกับข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้มาเพื่อแก้ปัญหา และบุคคลที่จะเป็นผู้เรียนรู้ได้คตินั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดด้วย

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาคือ ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อม ให้ผสมผสานกันกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

จากความหมายที่มีผู้นำเสนอดังกล่าวแล้วพอสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหา เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคล นำมาคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้

กระบวนการคิดแก้ปัญหา

Dewey (1933, p. 139) ได้ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ไว้ดังนี้

1. ขั้นการเสนอปัญหา (Presentation of the problem) อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการอื่น
2. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหาและแยกลักษณะสำคัญของปัญหาเพื่อทำให้ปัญหานั้นมีความชัดเจนขึ้น (Definition of problem)
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมุติฐาน (Formulation of hypothesis) ที่คาดว่าอาจจะใช้ในการแก้ปัญหานั้น ได้วิธีการแก้ปัญหานั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี
4. ขั้นดำเนินการตรวจสอบ (Verification) โดยการใช้วิธีการตรวจสอบตามข้อสมมุติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหานั้นที่ถูกต้องหรือพบวิธีการแก้ปัญหานั้นที่ดีที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ (Application) เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ แล้วก็สามารถเสนอวิธีการนำไปประยุกต์ในเหตุการณ์อื่น ๆ อีก

Bloom et al. (1972, p. 137) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นผู้เรียนพบกับปัญหา โดยผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ขั้นผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขั้นใหม่
3. ขั้นผู้เรียนจะแยกแยะปัญหาให้มีความชัดเจนขึ้น
4. ขั้นเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่จะแก้
5. ขั้นที่ผู้เรียนจะให้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ
6. ขั้นผู้เรียนนำเสนอผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Polya (1957, pp. 5-6) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจในปัญหาโดยการพยายามทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่จัดให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่
2. ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา โดยมีการแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา
3. ขั้นลงมือทำตามแผนเป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดีขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วย
4. ขั้นการตรวจสอบวิธีการและคำตอบของปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ไขปัญหานั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง

Bruner (1966, pp. 123-127) ได้สรุปขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหาเป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อนเป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ซึ่งเป็นการตัดสินใจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหานั้น ๆ

Weir (1974, p. 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการตั้งปัญหา โดยการตั้งปัญหาของผู้เรียน
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาให้ชัดเจนขึ้น

3. ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยการเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยดำเนินการตรวจสอบผลสำเร็จของการแก้ปัญหา

Torrance (1995, p. 157 อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2540) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา
2. ขั้นการสรุปปัญหาที่สำคัญและสาเหตุ
3. ขั้นการระดมสมองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นการเลือกเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการแก้ปัญหา
5. ขั้นการประเมินเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. ขั้นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 27) ได้สรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐานหรือการหาสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
4. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐาน
6. ขั้นสรุปผล

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, หน้า 97) ได้สรุปแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาเป็นดังนี้

1. การเสนอปัญหา อาจทำได้ด้วยการสื่อสารภาษาหรืออาจใช้วิธีการต่าง ๆ
2. การกำหนดขอบเขตและทำความเข้าใจปัญหา เพื่อให้ปัญหาชัดเจนขึ้น แยกแยะ

ปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐานที่คาดว่าจะใช้ในการแก้ปัญหา นั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี โดยต้องเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่เลือกไว้

5. การประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและดีที่สุด

6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจ และเข้าใจง่าย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 161) ได้สรุปขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นไปได้
4. ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ไขปัญหานั้น
5. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ไขปัญหานั้น

จากแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาข้างต้น นำมาสรุปเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้ การคิดแก้ปัญหานั้นเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ในปัจจุบันที่เป็นปัญหาอยู่เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้ซึ่งผู้วิจัยใช้ขั้นตอนเพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหา อันประกอบด้วย การระบุปัญหา การกำหนดขอบเขตหรือระบุสาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การประเมินและศึกษาผลของการแก้ปัญหา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning achievement) เป็นคุณลักษณะ หรือสมรรถภาพหรือความสามารถของบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542, หน้า 24) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ให้มีความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน และพฤติกรรมของนักเรียนต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ความสามารถของนักเรียน เป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

Good (1973, p. 7) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ความสำเร็จหรือความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งด้านทักษะและองค์ความรู้

จากความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนการสอน ความสามารถของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความตรงตามเนื้อเรื่อง สำหรับกระบวนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจสอบเนื้อเรื่องของแบบสอบนั้น ๆ ว่ามีตัวอย่างเฉพาะของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดเป็นตัวแทนอยู่ครบหรือไม่ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีการเตรียมตัวและการวางแผน เพื่อให้แบบทดสอบมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจนจากการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งจะต้องอาศัยกรรมวิธีอย่างมีระบบในการสร้าง

Ebel and Frisbie (1991, pp. 114-132) ได้สรุปถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 2 วางแนวทางในการเลือกชนิดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 3 วางข้อกำหนดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 4 การเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 5 กำหนดจำนวนข้อสอบ

ขั้นที่ 6 การจัดลำดับและการกระจายความยากของแบบทดสอบ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 178-179) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของการสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัด และมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อสอบที่ต้องทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตาราง

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2549, หน้า 73) อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน

จากการศึกษาขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยจะต้องมีความตรงตามเนื้อเรื่อง เพื่อให้แบบทดสอบมีพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน แบบทดสอบควรมีความกะทัดรัด และมีข้อความที่ชัดเจน และเป็นแบบทดสอบที่เป็นไปตาม สัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Ebel and Frisbie (1991, pp. 133-198) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีอยู่ 4 แบบ คือ

1. แบบถูกผิด (True-false) ซึ่งดูเหมือนจะง่ายกว่ารูปแบบอื่นที่นักเรียนถูกทดสอบ คนส่วนใหญ่คิดว่าน่าจะมีแบบทดสอบอื่นที่ดีกว่านี้เพราะเนื่องจากแบบทดสอบแบบนี้ยังขาด ความครอบคลุมในการวัด
2. แบบเลือกตอบ (Multiple choices) เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมและใช้กัน อย่างกว้างขวางมานานแล้ว อีกทั้งครอบคลุมวัตถุประสงค์ ส่วนใหญ่สามารถดัดแปลงที่จะนำไป วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดี ทั้งความรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจแก้ปัญหา ได้ดีกว่าแบบทดสอบ ชนิดอื่น ๆ
3. แบบอื่น ๆ ที่มีแบบทดสอบแบบตอบคำถามสั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะทดสอบ ความรู้โดยการตรวจสอบคำ กลุ่มคำ หรือจำนวน โดยตอบคำถามโดยเติมลงในช่องว่าง โดยใช้หลัก ในการทดสอบที่เป็นข้อเท็จจริง และแบบทดสอบแบบจับคู่ ทำโดยรวบรวมสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว เป็นไปได้ เป็นเหตุเป็นผลที่สัมพันธ์กัน เป็นแบบทดสอบที่สะดวกต่อการใช้และมีลักษณะคล้ายกับ แบบเลือกตอบคือเสนอคำตอบมาให้เลือก แต่ก็มีข้อจำกัดในการเจาะจงข้อเท็จจริง
4. แบบความเรียง (Essay) เป็นแบบทดสอบที่จะเขียนสอบข้อสอบและการศึกษาขั้นสูง สะดวกในการที่จะเตรียม แต่ยากในส่วนของกาให้คะแนน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 85-86) ได้กล่าวถึงประเภทของ แบบทดสอบที่นิยมเขียนกันมีอยู่ 5 แบบ คือ

1. แบบความเรียง (Essay)
2. แบบถูกผิด (True-false)
3. แบบเติมคำ (Completion)
4. แบบจับคู่ (Matching)
5. แบบเลือกตอบ (Multiple choices)

แบบทดสอบทุกรูปแบบต้องเขียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัด และแต่ละข้อ แต่ละชนิดต้องรักษาให้มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ในการวัดผลความเป็นปรนัย หมายถึง

ข้อสอบที่คนสอบอ่านแล้วรู้ว่าถามอะไร สอบเสร็จแล้วไม่ว่าใครจะตรวจให้คะแนน ค่าของคะแนนจะเท่ากันและการแปลความหมายของคะแนนในข้อนั้นจะตรงกัน สามประการนี้ถือเป็นหัวใจของความเป็นที่ผู้เขียนข้อสอบจะต้องยึดถือไว้

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73-97) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น เป็น 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นแต่ละคน

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย

- 1) สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 2) ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตคติของตน
- 3) โอกาสในการเดาคำตอบแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
- 4) วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย

- 1) ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาในการตอบนาน ทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ
- 2) การตรวจให้คะแนนมักจะมีอคติคลาดเคลื่อนมากและไม่ยุติธรรม
- 3) ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับจำนวนนักเรียนจำนวนมาก ๆ เพราะต้องใช้เวลาในการตรวจ
- 4) ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบแบบเลือกตอนที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

ข้อดีของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) ถามได้จำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา
- 3) ใช้เวลาในการสอบน้อย
- 4) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่า

ใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 1) ในบางวิชาเป็นการยากที่จะสร้างข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จโดยสมบูรณ์
- 2) มักวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านอื่น ๆ

3) ไม่สามารถชี้จุดอ่อนของการเรียนได้อย่างแท้จริง

4) โอกาสที่ตอบโดยการเดาถูกได้คะแนนมีมากกว่าข้อสอบชนิดอื่น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้วัดโดยทั่วไป

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

ข้อดีของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) สามารถสร้างคำถามวัดในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้หลายข้อ
- 3) โอกาสเดาโดยไม่มีความรู้แล้วได้คะแนนมีน้อยมาก

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) มักจะวัดความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว ไม่ได้วัดสมรรถภาพสมองที่ลึกกว่านี้ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือการประเมินค่า
- 2) ถ้าส่วนที่ต้องเติมมีหลายเรื่อง หรือหลายประโยคจะไม่เหมาะสมในการสร้างข้อสอบแบบเติมคำ เพราะการเว้นที่อาจแนะนำคำตอบแก่นักเรียนได้
- 3) ถ้าเขียนข้อความหรือประโยคนำไม่ดี ผู้ตอบจะตอบไปคนละทิศคนละทาง เพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

ข้อดีของข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

- 1) เคาคำตอบได้ยากเพราะเขียนตอบ
- 2) เหมาะที่จะวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ หรือให้จำข้อความทุกประโยคทุกคำพูด หรือความรู้เกี่ยวกับกฎ นิยาม ทฤษฎี หลักการ

3) สามารถวัดข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาที่เสนอในรูปแบบที่ รูปภาพรูปจำลองต่าง ๆ

ข้อจำกัดของแบบสอบสั้น ๆ

- 1) มีปัญหาในการตรวจให้คะแนน เพราะคำตอบที่นักเรียนเขียนนั้นอาจจะผิดพลาดเล็กน้อยด้านภาษา ทำให้ไม่ให้คะแนนหรือได้คะแนนเป็นบางส่วนทั้ง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น

2) การเขียนคำตอบให้จำเพาะเจาะจง และมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวจริง ๆ ทำได้ยาก และต้องใช้เวลาสร้างมาก

3) มักจะถามได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความคิดได้เต็มที่

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง จะคู่กับคำหรือข้อความใดในชุดอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

ข้อดีของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) เหมาะที่จะนำไปวัดความจำ หรือความจริงตามท้องเรื่อง
- 3) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่า

ใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) ข้อสอบมักจะไม่เป็นเอกพันธ์
- 2) ไม่สามารถวัดพฤติกรรมประเภทความคิดสร้างสรรค์
- 3) เปิดโอกาสให้ได้คะแนนโดยการเดาค่อนข้างสูง
- 4) ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อสอบชนิดนี้ไปสร้างข้อสอบจำนวนมาก ๆ ข้อ หรือนำไปวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบ จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณกัน จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- 1) มีความเที่ยงตรงสูง เพราะสามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย
- 2) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และยุติธรรม
- 3) สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้

- 4) ตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากหลายมือผู้ตอบอ่านยาก
- 5) สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ
ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ
 - 1) ลื่นเปลื้องค่าใช้จ่ายสูง
 - 2) ใช้เวลาในการสร้างมาก โดยเฉพาะการเขียนตัวลวงให้มีคุณภาพ
 - 3) ไม่เหมาะสมที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเพราะมีความเที่ยงตรงสูง สามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและเป็นพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้

องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 31) ได้สรุปว่า พฤติกรรมทางการศึกษาที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นของ Bloom et al.

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) หมายถึง สมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ เรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมขึ้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นต่ำที่สุดที่เป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ข้อ คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่าง ๆ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง เป็นความสามารถในการบอกกฎสูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการ และการจัดระเบียบจำแนกเป็น 5 ลักษณะ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบทางปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของส่วนใหญ่

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม เป็นความสามารถในการบอก
ขั้นตอนก่อนหลัง และทิศทางการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่
ความเหมือน ความแตกต่าง ๆ ตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือ
ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการ
ในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ
และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของ
สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา เป็นความรู้ในการสรุป
ใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลักวิชา
หลาย ๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็น โครงสร้างของเนื้อความใหม่
ในเรื่องเดียวกันได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของ
เรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม
พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามีความเข้าใจ 3 ลักษณะ คือ

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือ
แบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง

2.2 การตีความ เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพส่วนรวม
มาเป็นใจความสั้น ๆ อย่างได้ใจความ

2.3 การขยายความ เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิด
ให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมาย การตีความ
ประกอบกันจึงสามารถขยายความหมายของเรื่องราวนั้นได้

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหา
ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และการพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวพันกันในลักษณะใด

4.3 วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่า การที่โครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ที่รวมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้ เพราะยึดหลักการหรือเกณฑ์เป็นอะไรสำคัญ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากของเดิมแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อหรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงการหรือโครงการต่าง ๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดมุ่งหมายที่วางไว้

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่แปลกไปจากเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

6.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้น ๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผล หรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถในการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยวัดตามพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของ Bloom ใน 6 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice test)

ลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2549, หน้า 67-71) แบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะ 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรง จึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

- 1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
- 1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง
- 1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ
- 1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาหาก่อนแล้วจึงตอบข้อสอบได้

5. ความขั้ว (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกสนานไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถามตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง นักเรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกต้องว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม

7. ความเป็นปรนัย (Objective) ความเป็นปรนัยเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบ ไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยหรือไม่ จะต้องมิตุณสมบัติ 3 ประการ คือ

- 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน
- 7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม
- 7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ดี ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm referenced measurement) อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดี คือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้น ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

Ebel and Frisbie (1991, pp. 76-109) ได้กล่าวถึงวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สำคัญมี 2 ประการ คือ

1. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงคะแนนของแบบทดสอบนั้น ๆ ถ้านำข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนห้องอื่น ๆ ยิ่งความเหมาะสมของข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ คะแนนความเชื่อมั่นก็จะยิ่งสูงขึ้น และวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของคะแนนมี 3 วิธี คือ

- 1.1 ความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน (Stability estimates)
- 1.2 ความเชื่อมั่นแบบแบบทดสอบที่เหมือนกันสองฉบับ (Equivalent form estimates)
- 1.3 ความเชื่อมั่นแบบมีความสอดคล้องภายใน (Internal analysis method)

มีวิธีการประมาณค่าดังนี้คือ

- 1.3.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split halves)

1.3.2 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.3.3 วิธีหาสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบัก (Coefficient alpha)

2. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรง จึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content-related validation evidence)

2.2 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validation evidence)

2.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Construct-related validation evidence)

จากการศึกษาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยยึดแนวทางดังกล่าวเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบมีความสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 ซึ่งข้อสอบมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกันและคะแนนแต่ละข้ออยู่ในลักษณะทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น และหาสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบักในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย ส่วนค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อและพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแต่ละข้อ

เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ความหมายเจตคติ

เป็นความรู้สึกของบุคคลที่แสดงออกมาในโอกาสต่าง ๆ ซึ่งมีนักการศึกษาและวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ ดังนี้

Good (1973, p. 46) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติแล้วการที่บุคคลนั้นจะแสดงอะไรออกมา มักมาพร้อมกับความรู้สึก และอารมณ์เจตคติไม่สามารถแสดงออกมาได้โดยตรง แต่จะสังเกตเห็นจากพฤติกรรมที่แสดงออกมาทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ภาษา

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550, หน้า 336) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ว่าเป็นตามอรรถาธิบายที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิดเห็น เจตคติของแต่ละบุคคลอาจเป็นทั้งด้านบวก หรือลบ ถ้าบุคคลไหนที่มีเจตคติด้านบวกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะแสดงพฤติกรรมที่สามารถเผชิญกับสิ่งนั้นได้ แต่ถ้ามีเจตคติด้านลบก็จะเกิดอคติแล้วเกิดการหลีกเลี่ยงกับสิ่งนั้น ๆ เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้และการแสดงออกของค่านิยมหรือความเชื่อของบุคคล

เชิดชาย ช่วยสุวรรณ (2547, หน้า 11) ได้สรุปถึงความหมายของเจตคติไว้ว่า เป็นความรู้สึก ความเชื่อของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเรียนรู้ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดการรับผิดชอบต่อการทำงานของตนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองและประเมินผลด้วยตนเองทั้งด้านทางบวก และทางลบ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายของเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคตินั้น เป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่ได้แสดงออกมาจากการที่ได้รับจากประสบการณ์ต่าง ๆ หรือได้จาก กระบวนการรับรู้จึงทำให้เกิดความรู้สึกในการตอบสนองที่พึงพอใจและไม่พึงพอใจออกมา และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรม ซึ่งจะมีลักษณะทั้งทางด้านดีและ ด้านไม่ดี

องค์ประกอบของเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบ อะไรบ้าง จำนวนเท่าไร นักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกัน ยังไม่มีบทสรุปแน่นอน เพราะแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือความเชื่อนี้พิจารณาได้จากนิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ

2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วย องค์ประกอบ ด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective)

3. เจตคติประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

3.1 ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive component) คือ ความรู้ ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการตอบสนอง การรับรู้ในข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดที่บอกว่าอะไรถูกผิด สนใจหรือไม่สนใจ ชอบหรือไม่ชอบ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affect component) คือ ลักษณะทางด้านอารมณ์ของบุคคลที่จะเกิดการคล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลนั้นมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้นตลอด เจตคตินั้นจะแสดงออกมาในรูปของความชอบ ไม่ชอบ ความพึงพอใจหรือไม่กับสิ่งนั้น ๆ

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) คือแนวโน้มของบุคคลที่จะได้จากการกระทำในสิ่งต่าง ๆ อันเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึกที่แสดงออกมาในรูปการประพฤติปฏิบัติ อาจจะได้รับยอมรับหรือปฏิเสธ หรือเฉย ๆ ที่สามารถสังเกตเห็นได้

องค์ประกอบทั้งสามนี้ พบว่า มีความสัมพันธ์กันและมีผลต่อการพัฒนาทางด้านเจตคติ เมื่อบุคคลนั้นเกิดความรู้ มีประสบการณ์ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดเจตคติแต่ละบุคคล ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ การตั้งใจ การรับรู้ เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคตินั้น มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ และพฤติกรรมที่แสดงออกมา ซึ่งถ้าผู้เรียนนั้นมีเจตคติที่ดีก็就会有ความกระตือรือร้น อดทน มุ่งมั่นในการเรียน มีความรักเรียน เกิดขึ้นดังนั้น สิ่งที่ผู้เรียนนั้นได้แสดงพฤติกรรมออกมานั้นจะขึ้นอยู่กับเจตคติที่มีต่อการเรียน

เครื่องมือในการวัดเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือในการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด

1. การสัมภาษณ์ (Interview) หมายถึง เป็นการพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย

โดยผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเอง จะต้องยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ และจะบันทึกผลที่ได้เอาไว้ การวัดเจตคติ โดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีและเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถาม แต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเจตคติของตนเอง ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ ต้องการ ได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการวางแผนการสร้างข้อคำถามจะต้อง คำนึงถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์ต้องเป็นการกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อยากจะตอบข้อคำถามและ ให้คำตอบที่คงที่พอควร คือ ถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ต้นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงผิดผู้สัมภาษณ์ จะต้องตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์

1.2 คำถามที่ถามพยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความชัดเจนว่า ผู้สัมภาษณ์ต้องการให้คำตอบในแง่ไหนไม่ควรใช้คำถามกว้างเกินไป อาจจะทำให้การลงสรุปได้ยาก

1.3 คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้คำตอบ เหมือนเดิม

1.4 คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ ที่คล้ายคลึงกันได้

2. การสังเกต (Observation) คือ เป็นการเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือ ตาและหู การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมได้ง่าย ข้อยุทธางาน (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อมการสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกันจึงจะทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาที่ดี มิฉะนั้นจะทำให้ข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบแสดงความรู้สึกรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพเพื่อให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวทางสร้างของ Thurstone, Guttman, Likert และ Osgood ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วจุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นแบบคร่าว ๆ

4. เทคนิคการสร้างจินตนาการ (Projective techniques) แบบนี้จะอาศัยสถานการณ์ที่หลากหลายซึ่งจะไปเร้าตัวผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ เป็นต้น การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอที่จะรู้ได้ว่าผู้สอบมีเจตคติอย่างไรต่อเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) เป็นการวัดที่จะอาศัยเครื่องมือไฟฟ้าหรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพความเป็นปกติเรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าจะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับที่อาศัยหลักการอันนี้การจะเชื่อถือได้ขนาดไหน ต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตา ค่า ปริมาณฮอร์โมน บางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือความไม่พอใจของคนได้

การวัดประเมินผลเจตคติ

บุญธรรม กิจปริดาภิรุต (2542, หน้า 137) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ดังนั้น เนื้อหาหรือสิ่งเร้าที่มีการแสดงออกมามีโครงสร้างที่แน่นอน

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้ สังเกตเห็นได้โดยตรง ดังนั้นการวัดเจตคติจึงจำเป็นต้องวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลนั้นแสดงออกมา ไม่ใช่พฤติกรรมมนุษย์โดยตรง

3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาเฉพาะในเจตคติของบุคคลเหล่านั้น แต่เป็นการศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้น ซึ่งกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่อง

การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือบางวิธีจะเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น บางวิธีก็เน้นการกำหนดช่วงคะแนนเท่านั้น บางวิธีก็เน้นความสามารถในการสร้างทฤษฎีใหม่ได้ ในแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียกันทั้งนั้น แต่จะนิยมในการวัดแบบของ Likert เพราะมาตรการวัดเจตคติแบบ Likert จะวัดโดยใช้ข้อความที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีการสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้น ๆ แสดงความรู้สึกออกมาต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองต่อข้อความนั้น ๆ อาจจะเป็นไปได้ทั้งที่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย พอใจหรือไม่พอใจ กับข้อความนั้น ซึ่งมีวิธีการเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่สอบถาม โดยจะครอบคลุมทุกแง่ทุกมุมได้ครบถ้วน โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งด้านบวกและด้านลบ

กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดคะแนนได้ ดังนี้

| | |
|----------------------------------|---------|
| ทางด้านบวก กำหนดเป็นคะแนน ดังนี้ | |
| เห็นด้วยมากที่สุด | 5 คะแนน |
| เห็นด้วยมาก | 4 คะแนน |
| เห็นด้วยปานกลาง | 3 คะแนน |
| เห็นด้วยน้อย | 2 คะแนน |
| เห็นด้วยน้อยที่สุด | 1 คะแนน |
| ทางด้านลบ กำหนดเป็นคะแนน ดังนี้ | |
| เห็นด้วยมากที่สุด | 1 คะแนน |
| เห็นด้วยมาก | 2 คะแนน |
| เห็นด้วยปานกลาง | 3 คะแนน |
| เห็นด้วยน้อย | 4 คะแนน |
| เห็นด้วยน้อยที่สุด | 5 คะแนน |

โดยจะให้ผู้ตอบคำถามนั้นเป็นคนอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วให้แสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยกับข้อความในข้อนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด และอยู่ในระดับใด นำหนักในการให้ระดับคะแนนตามวิธีการแบบของ Likert สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน

วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมน้ำหนัก ทั้งสามวิธีนี้จะได้น้ำหนักของความคิดเห็นของบุคคลสอดคล้องสัมพันธ์กัน เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความที่ได้วัดหาเจตคติว่าบุคคลใดมีเจตคติอย่างไร จะต้องใช้วิธีการรวมน้ำหนักต่อไป หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละบุคคล ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นมีลักษณะที่พึงพอใจต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าได้คะแนนรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น หรือมีความรู้สึกที่ไม่พึงพอใจเกิดขึ้นกับสิ่งนั้น

จากการศึกษา สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาชีววิทยาหมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนต่อวิชาชีววิทยา เมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งมีผลต่อระดับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติ ตามวิธีการของ Likert ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม และสามารถวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาได้อย่างครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการคิดวิเคราะห์

สุขุมมัลย์ แสงกล้า (2551, หน้า 128) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบกระตือรือร้นกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 71 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และแบบทดสอบ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามทฤษฎีของ McClelland ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 76.26/ 75.67 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75.54/ 72.50 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.70 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.65 นักเรียนที่เรียนแบบกระตือรือร้นและนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้น มากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนแบบกระตือรือร้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์เฉพาะด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ

และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวมและรายด้าน จำนวน 4 ด้าน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธารพินธุ์ โนนศรีชัย (2550, หน้า 70) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนร่องคำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 42 คน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบยังไม่เข้าขั้นการทดลอง ใช้รูปแบบการศึกษาเฉพาะกรณี โดยให้การทดลอง 1 กลุ่ม วัด 1 ครั้งหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัยพบว่า ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนที่มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

จริยา ภูสีฤทธิ์ (2550, หน้า 76) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเสาเล้าผักชีศรีสวัสดิ์ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80

พิรุณพรรณ พลमुख (2550, หน้า 58) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาเคมี พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พวงพะยอม ชิตทอง (2551, หน้า 102) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 พบว่า คะแนนพฤติกรรมกรคิดและคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแบบอภิปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันต์ เพ็ชรดวงษ์ (2551, หน้า 82) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสตอรี่ไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาวิตรี บุญเชื่อม (2551, หน้า 44) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมเสริมการอ่านเพื่อพัฒนา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการตีความจากสถานการณ์จากเรื่องที่อ่าน ด้านการจับใจความ ตั้งคำถาม ด้านการแยกแยะข้อดีข้อเสียและความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและด้านการนำไปประยุกต์ใช้ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยคิดเป็นร้อยละ 69.57, 82.61, 65.22 และ 78.26 ตามลำดับ 2) นักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถในการอ่านคิดวิเคราะห์ประเภทการอ่านนิทาน การอ่านวรรณกรรม การอ่านบทความ การอ่านข่าว อยู่ในเกณฑ์ดี โดยคิดเป็นร้อยละ 78.26, 86.97, 65.22 และ 69.57 ตามลำดับ 3) นักเรียน ส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือและมีความสนใจระหว่างปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนเป็นอย่างดี

รัชณี อุดทา (2552, หน้า 65) ได้ศึกษาการส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ ที่เน้นปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปางสัก จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า หลังการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน การคิดวิเคราะห์ของเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยอยู่ใน เกณฑ์ระดับดี (ร้อยละ 75.96)

สุรไกร หานะกุล (2552, หน้า 86) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ด้วยโปรแกรมบทเรียนกับการเรียนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) โปรแกรมบทเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีประสิทธิภาพ 84.96/ 83.91 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .65 2) นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียน และนักเรียนที่เรียน แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ และมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่า นักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดุลย์ ไพโรสมนต์ (2552, หน้า 95-98) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนตามแนวคิด Backward design กับการเรียนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Backward design มีทักษะการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

เทียนทอง ศิริรักษา (2553, หน้า 113-114) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรคณิยมของ Underhill เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่งเป็น 3 วงจร พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรคณิยมของ Underhill มีคะแนนด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 31 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน คิดเป็นร้อยละ 79.49 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน มีร้อยละ 76.92

อุบล อรรคแสง (2553, หน้า 85-87) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 44 คน ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 32 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 72.73 และจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 33 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00

ธัญญรีย์ สมองดี (2556, หน้า 92) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกัลยานุกูล แสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 43 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้

การจัดการเรียนรู้แบบตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แมน เชื้อบางแก้ว (2556, หน้า 102-103) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียน โรงเรียนพระนารายณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลอง 47 คน พบว่า ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ โดยมีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญในระดับความคิดเห็นมากที่สุด ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการจัดเตรียมการ (Managing preparation) ขั้นการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active learning) ขั้นปัญญาความคิด (Notion intelligence) และขั้นสร้างความพึงพอใจ (Satisfaction) และ 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ และรูปแบบมีคุณภาพเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่า ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์นั้นให้ผู้เรียนที่ได้มีการฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์จากกิจกรรมที่จัดขึ้น ซึ่งมี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ มีการทำงานเป็นกลุ่ม และรายบุคคล คิดวิเคราะห์เรื่องที่ศึกษา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สมบัติ การจนารักพงศ์, กัญญา สุภศิริรักษ์ และกมลรัตน์ อนันปัญญสุทธิ (2549, หน้า 158) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 84 คน ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 42222 เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลและสารละลาย จำนวน 12 คาบ โดยเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดตัดสินใจ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด โดยใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ จำนวน 5 ข้อ พบว่า นักเรียนมีการคิดขั้นสูงระดับพอใช้ ค่าเฉลี่ยได้ 9 จาก 15 คะแนน

จิระ ดีช่วย (2554, หน้า 167) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ร่วมกับการคิดแบบมีวิจารณญาณเพื่อส่งเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีชื่อว่า RPCSE Model

จากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญรูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกัน
 ทุกองค์ประกอบ รูปแบบการเรียนการสอนมี 8 องค์ประกอบคือหลักการ วัตถุประสงค์
 กระบวนการเรียนการสอน หลักการตอบสนอง ระบบสังคม สิ่งสนับสนุน สารความรู้และ
 สิ่งส่งเสริมการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ชั้น ประกอบด้วยขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
 (Reviewing knowledge) ขั้นให้ความรู้และทักษะพื้นฐาน (Providing fundamental knowledge and
 skill) ขั้นสร้างความคิดรวบยอดและฝึกทักษะการคิดแบบมีวิจารณญาณ (Construction concepts
 and critical thinking) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ (Enumeration)
 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน RPCSE พบว่า มโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักเรียน
 กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการสร้าง
 องค์ความรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 นักเรียนเห็นด้วยต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนในระดับมาก
 โดยเห็นด้วยมากที่สุด ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมาด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ และประโยชน์
 ที่ได้รับ ตามลำดับ

ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง (2553, หน้า 200) ศึกษาพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษา
 ทางศาสตร์การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา
 วิชาชีพครู ที่พัฒนาขึ้นของนักศึกษาชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศิลปากร รูปแบบการสอนมีชื่อว่า PCSSC Model มี 4 องค์ประกอบคือ หลักการ
 วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน และเงื่อนไขของการนำรูปแบบการสอนไปใช้
 กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นเตรียมการเรียนรู้ ขั้นนำสู่กรณีศึกษา
 ขั้นสรรคหาวิธีการแก้ไข ขั้นแบ่งปันประสบการณ์ และขั้นสืบสานสร้างความรู้ใหม่ พบว่า นักศึกษา
 วิชาชีพครูมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ด้านการประเมินและตัดสินใจมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

สุธี ศรศักดิ์ (2552, หน้า 135) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาตามแบบวัฏจักร
 การเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจรรย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน พบว่า 1) นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อน กลุ่มทดลอง
 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้าน
 3-5 ด้าน และการคิดวิจรรย์ โดยรวมและรายด้านทุกด้าน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้านทุกด้าน และการคิดวิจรรย์

โดยรวมและด้านการตีความมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนเก่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวม และเป็นรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้น ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) และการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้น ด้านการนิรนัย) มากกว่านักเรียนอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนและรูปแบบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน (ยกเว้น ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) และการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน (ยกเว้น ด้านการนิรนัยและด้านการประเมินข้อโต้แย้ง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โสรัจจ์ แสนคำ (2555, หน้า 149) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบผสมผสานที่ระดับการสืบเสาะต่างกันกับผู้เรียนที่มีกลุ่มพหุปัญญาต่างกัน ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 5 พลโทอินทราธิรภักดี ราชบุรี พบว่า นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบผสมผสานที่ระดับการสืบเสาะต่างกันมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบผสมผสานที่มีกลุ่มพหุปัญญาต่างกัน มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบผสมผสานที่ระดับการสืบเสาะต่างกันต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีกลุ่มพหุปัญญาต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่าในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ให้ผู้เรียนได้มีการฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากกิจกรรมที่มีสถานการณ์ให้ผู้เรียน มีการทำงานเป็นกลุ่มและรายบุคคล คิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องที่ศึกษา ฝึกการตอบคำถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดได้อย่างสมเหตุสมผลและขยายความรู้ได้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการคิดแก้ปัญหา

สายสุนีย์ เทพสุขเอี่ยม (2553, หน้า 140) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นพบ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารตามแนวคิดการมีส่วนร่วมของชุมชนนักปฏิบัติและชุมชนแห่งการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้มี 5 องค์ประกอบ คือ 1) วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและการสื่อสาร เวลาเรียน แหล่งเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 5) การเผยแพร่องค์ความรู้ ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้มี 1) ขั้นเตรียมการเรียนรู้ 2) ขั้นการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นเผยแพร่องค์ความรู้ พบว่า ผู้เรียน

มีทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การมีส่วนร่วมของชุมชนมากที่สุดคือ กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้

อรพินท์ ชื่นชอบ (2551, หน้า 58-59) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกัลยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2548 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาการเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546, หน้า 88-89) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์อำนาจเจริญ อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ โดยสุ่มนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์กลุ่มควบคุม 20 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหานั้นให้ผู้เรียนได้มีการฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น มีอิสระในการคิดและหาประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ มีการทำงานเป็นกลุ่มและรายบุคคล คิดแก้ปัญหาเรื่องที่ศึกษาได้อย่างเป็นระบบ นำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ครูเป็นผู้แนะนำ ซึ่งแนวแนวทางที่ถูกต้อง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดขั้นสูง

ชมนาด เชื้อสุวรรณ (2555, หน้า 273-278) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตนิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ชื่อว่า EPPE Model

กระบวนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนกระตุ้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นตอนนำเสนอเนื้อหา 3) ขั้นตอนฝึกทักษะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้นตอนฝึกทักษะโดยการชี้แนะ ขั้นตอนฝึกทักษะอย่างอิสระ ขั้นตอนประมวลทักษะ 4) ขั้นตอนติดตามการนำไปใช้และปฏิบัติ หลังการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนนักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตคติสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน พัฒนาขึ้นในช่วงเวลาระหว่างเรียน และนักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดกับการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยภาพรวม

แสงเดือน เจริญฉิม (2552, หน้า 196-201) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 4) การวัดผลประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนมี 6 ขั้นตอน คือ 1) การสำรวจความรู้เดิม 2) การเร้าความสนใจ 3) การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) การตรวจสอบมโนทัศน์ 5) การนำมโนทัศน์ไปใช้ 6) การประเมินผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการคิดต่างประเทศ

Halsted (1999, p. 47 อ้างถึงใน เฉลิมพล ตามเมืองปัก, 2551, หน้า 71) ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและกรอบงานด้านทฤษฎีที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนช่วยปลูกฝังทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน ผลการวิจัยกล่าวสนับสนุนรูปแบบการสอน การใช้วิธีการสนทนา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้จากห้องปฏิบัติการและการทำกิจกรรมโครงการ เป็นวิธีการที่มีคุณประโยชน์สูงสุดที่จะช่วยให้ทักษะการคิดสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Somer (2005) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง พืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Qing et al. (2010) ศึกษาการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ โดยใช้งานเป็นฐานการเรียนรู้ (TBL) ในการสอนการทดลองเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยูจิน จำนวน 121 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 60 คน เรียนโดยใช้งานเป็นฐานการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม 61 คน เรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียน โดยใช้งานเป็นฐานการเรียนรู้มีการคิดวิจารณ์ญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียน โดยการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับการคิดวิเคราะห์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการคิดวิจารณ์ญาณ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกัน

Longo (2012 อ้างถึงใน เกลิมพล ตามเมืองปัก, 2551, หน้า 72) ศึกษาความสำคัญของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน งานวิจัยนี้ทำกับโรงเรียนทางตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2010 ถึงพฤษภาคม ค.ศ. 2011 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มที่เรียน โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหาที่ควรพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสบการณ์ตรงในการฝึกการคิดต่าง ๆ ในกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ โดยจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาด้วยตนเอง สามารถที่จะพัฒนาทักษะทางปัญญา มีอิสระในการคิดวิเคราะห์ มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีโอกาสแสดงความสามารถในการแก้ปัญหา มีการทำงานทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล ศึกษาข้อมูลและเนื้อหาสาระต่าง ๆ โดยบูรณาการการคิดแบบต่าง ๆ ในเรื่องที่จะศึกษา จัดทำผลงานและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ ชี้แนะแนวทาง สนับสนุนในด้านข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ ที่จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาการคิดของผู้เรียนได้

สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในด้านวิธีดำเนินการวิจัยมีนักการศึกษาได้ใช้วิธีดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 2-6 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

แมน เชื้อบางแก้ว (2556, หน้า 72-77) เป็นผู้วิจัยที่ใช้การวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระยะที่ 1 คือ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม

การคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระยะเวลาที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2553, หน้า 72-79) มีการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอนการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ระยะเวลาที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบันและร่างต้นแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา กระบวนการคิดเชิงระบบวิชาคณิตศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 4 ระยะเวลาที่ 2 พัฒนาประสิทธิภาพรูปแบบ การจัดการเรียนรู้โดยการวิจัยปฏิบัติการ ระยะเวลาที่ 3 ศึกษาและขยายผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จิระ ดีช่วย (2554, หน้า 113-120) ทำการวิจัย 4 ขั้นตอน เรื่อง การพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ร่วมกับการคิดแบบมีวิจารณญาณเพื่อส่งเสริมสร้าง มโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบ และขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบ

วาสนา ภูสีดิน (2552, หน้า 82-85) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาระท้องถิ่นของเราสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีการดำเนินการวิจัย เป็น 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล

ปิยะพงษ์ ไสยโสภณ (2550, หน้า 90-118) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัด การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม หมวดวิชาพัฒนาทักษะชีวิต 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตสำหรับนักศึกษาการศึกษานอกโรงเรียนในทัศนสถาน วิทยาลัยกลาง มีการกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ขั้นตอนที่ 3 สร้างและตรวจสอบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ขั้นตอนที่ 4 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ มีส่วนร่วม ขั้นตอนที่ 5 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

จากการศึกษาวิธีดำเนินการวิจัยที่กล่าวในข้างต้น นำมาสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์

คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบ โดยการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบคุณภาพ ทดลองใช้ ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ ที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ศึกษาความหมาย วิธีการพัฒนาองค์ประกอบ และการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาเกี่ยวกับการติดตามผลและการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ทราบถึงสภาพการจัดการเรียนการสอน ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางสำหรับการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตร

4. ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำมาเป็นส่วนประกอบของขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

5. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดการส่งเสริมสิ่งที่จะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของการจัดระบบ (ทิสนา แคมมณี, 2554, หน้า 201-204) มีขั้นตอนการพัฒนานำมาใช้ ดังนี้

1.1.1 การกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1.2 ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1.3 การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง

1.1.4 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1.5 การจัดกลุ่มองค์ประกอบ

1.1.6 การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

1.1.7 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1.8 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1.9 การประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1.10 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.2.1 ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญา Piaget มีการพัฒนาไปตามวัยต่าง ๆ ตามลำดับขั้น และนักเรียนแต่ละคนมีอัตราพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ควรเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพให้มากที่สุด (Lall & Lall, 1983 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2545, หน้า 64-65)

1.2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นแนวคิดในการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นกระบวนการคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดทักษะแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

1.3 การคิดระดับสูง ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา

1.3.1 การคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of element) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) และการวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of organizational principals) (Bloom et al., 1972, p. 145)

1.3.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการนิยามปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา การกำหนดและเลือกสมมติฐานจากข้อความและสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหา การรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลของการแก้ปัญหา การพิจารณาไตร่ตรองผลของการพิสูจน์ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยระบุเหตุผลได้อย่างเหมาะสม (Dressel & Mayhew, 1957, p. 17)

1.3.3 การคิดแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย การระบุปัญหา การกำหนดขอบเขตหรือระบุสาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การประเมินและศึกษาผลของการแก้ปัญหา (Weir, 1974, p. 18)

1.4 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ในการพัฒนาการคิดนั้นควรให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการฝึกการคิดจากกิจกรรมที่จัดขึ้น บรรยากาศในการทำกิจกรรมต่าง ๆ นั้น ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีอิสระในการคิดและหาประสบการณ์การเรียนรู้ต่างๆ มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและการกระทำเป็นของตนเอง มีการทำงานทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล เรียนด้วยการสืบค้น ศึกษาข้อมูลและเนื้อหาสาระต่าง ๆ ใช้ความคิดในเรื่องที่ศึกษา จัดทำผลงานและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ ชี้แนะแนวทาง รวมทั้งสนับสนุนในด้านข้อมูล

และแหล่งเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาได้

2. ดำเนินการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งมีการคิด ตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ คือ ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ และผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ

3. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา ตรวจสอบ พร้อมกับรับคำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีรูปแบบดังนี้

1. นำเอกสารรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนพิจารณา ตรวจสอบความสอดคล้อง ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ด้วยแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 การแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีรูปแบบดังนี้

นำผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ ที่มีค่าความเหมาะสมที่มีค่าเฉลี่ย 4.49 สามารถนำไปทดลองใช้จริงต่อไป

ตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิด ที่สร้างขึ้น เพื่อผู้สอนจะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป

ขั้นที่ 1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ แบ่งออกได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบวัดการคิดวิเคราะห์
4. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
5. แบบวัดการคิดแก้ปัญหา
6. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิด
ระดับสูงเพื่อใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน
การเรียนรู้ ชั้น ม.6 มาตรฐาน ว.2.2 ที่นำมาใช้คือ ประชากรและทรัพยากรธรรมชาติ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

2. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนา
การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3. เลือกสาระการเรียนรู้ชีววิทยากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จากแบบเรียนที่จะนำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

4. ศึกษาคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และจุดประสงค์
การเรียนรู้

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- 5.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 5.2 ผลการเรียนรู้
- 5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 5.4 สาระสำคัญ
- 5.5 สาระการเรียนรู้
- 5.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 5.7 สื่อการเรียนการสอน
- 5.8 การวัดผลและประเมินผล

6. เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิด
วิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบ
ความครอบคลุมและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้แล้วปรับปรุงตามคำแนะนำเพื่อนำไปใช้กับ
ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิด เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ ปรับรูปแบบการเขียนแผน ใช้ภาษาเขียนในการเขียนวัตถุประสงค์ เขียนสาระสำคัญอย่างย่อให้ได้ ข้อความที่ชัดเจน ส่วนสาระการเรียนรู้ให้เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีการเพิ่มคำถามที่กระตุ้นการคิด และทำใบความรู้ที่เกิดจากการสังเคราะห์ตำราหลายเล่มเป็นของตนเอง ปรับปรุงใบงานให้มีคำถามที่ชัดเจนขึ้น ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 3 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ทรัพยากรน้ำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ทรัพยากรดิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทรัพยากรอากาศ

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงข้อขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้และแนวการเขียนสาระสำคัญซึ่งต้องใช้คำอธิบายให้ชัดเจน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว นำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไขให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ฉบับสมบูรณ์ เพื่อเตรียมดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา มีการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาแบบเลือกตอบ

3. เขียนนิยามเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาโดยการออกข้อสอบแบบปรนัยให้ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

4. จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสอบเป็นปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ดังตารางการวิเคราะห์ข้อสอบในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ความจำ | เข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | ประมาณค่า | รวม |
|--|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----|
| 1. อธิบายประโยชน์และความสำคัญของน้ำได้ | 1 | | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 2. อธิบายคุณภาพของน้ำ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ และการจัดลำดับคุณภาพของน้ำผิวดินได้อธิบายเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ และปัญหาการจัดการน้ำทิ้งได้ | 1 | 2 | | 8 | | 11 |
| 3. อภิปรายและสรุปปัญหาการใช้ น้ำ การป้องกัน และการแก้ไขปัญหาการใช้ น้ำได้ | | | 1 | 4 | | 5 |
| 4. อธิบายความหมาย ความสำคัญและองค์ประกอบของดินได้สรุปประโยชน์จากการใช้ที่ดินของมนุษย์ได้ | 1 | 2 | 3 | 2 | | 8 |
| 5. อภิปรายปัญหามลพิษในดินได้ | | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| 6. เสนอแนวทางป้องกัน แก้ไขมลพิษในดิน การอนุรักษ์ที่ดิน | 1 | 2 | 1 | 2 | | 6 |
| 7. อธิบายความหมาย ความสำคัญและบอกส่วนประกอบของอากาศได้ | 1 | 1 | | 2 | | 4 |
| 8. สืบค้นข้อมูล อภิปราย วิเคราะห์คุณภาพอากาศ และปัญหามลพิษทางอากาศได้ | | 1 | 1 | 5 | 1 | 8 |
| 9. อภิปรายผลกระทบของมลพิษทางอากาศ และเสนอแนวทางแก้ไขได้ | 3 | | 1 | 3 | 1 | 8 |
| รวม | 8 | 9 | 10 | 29 | 4 | 60 |

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำผลการแนะนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเรียบร้อยแล้ว

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว ไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (Rovinelli & Hambleton, 1976, pp. 1-35; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 138-140) แล้วปรับปรุงแบบทดสอบปรนัย ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ การเว้นวรรคในคำตอบของตัวเลือก

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน ที่เรียนเรื่องนั้นแล้ว คัดเลือกข้อที่มีความยาก 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) 0.70 ขึ้นไป (Hopkins & Antes, 1985 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 182-187, 215-217; Ary, Jacobs, Razavieh & Sorensen, 2006, pp. 262-267; McMillan & Schumacher, 2006, p. 183; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 142-144) ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีค่าความยาก 0.21-0.80 อยู่ 48 ข้อ ค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.46 มี 33 ข้อ และค่าความเชื่อมั่น 0.79 จากแบบทดสอบทั้งหมด 60 ข้อ

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบปรนัยวัดความรู้ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง เก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผล

แบบวัดการคิดวิเคราะห์

การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์มีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการคิดวิเคราะห์ มาเป็นหัวข้อสำคัญในการจัดทำแบบทดสอบ
2. ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีการนำ ดินและอากาศ มาใช้ในการจัดทำแบบวัด
3. ศึกษาการจัดทำแบบวัดการคิดและการออกข้อสอบแบบปรนัยมาเป็นแนวทาง

ในการจัดทำแบบวัด

4. จัดทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์เป็นชนิดปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ

5. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำผลการแนะนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว ไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (Rovinelli & Hambleton, 1976, pp. 1-35; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 138-140) แล้วปรับแก้แบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเช่น ปรับข้อคำถามที่คลุมเครือที่มีคำตอบถูก 2 ข้อ

7. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน ที่เรียนเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Hopkins & Antes, 1985 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 182-187, 215-217; Ary et al., 2006, pp. 262-267; McMillan & Schumacher, 2006, p. 183; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 142-144) ได้แบบวัดการคิดวิเคราะห์เป็นรายข้อ จำนวน 10 สถานการณ์ ๆ ละ 3 ข้อ คัดเลือกจากสถานการณ์ที่มีความยากและค่าอำนาจจำแนก 2 ใน 3 ข้อ โดยสถานการณ์ที่ 1 ปรับข้อ 3 สถานการณ์ที่ 4 ปรับข้อ 7 สถานการณ์ที่ 6 ปรับข้อ 17 สถานการณ์ที่ 8 ปรับข้อ 22 และข้อที่มีความยากระหว่าง 0.31-0.98 ข้อที่มีความยากสูงกว่า 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.08 ขึ้นไป ได้ทำการปรับแก้ไข จำนวน 4 ข้อ ทำให้ได้ข้อสอบ 7 สถานการณ์ จำนวน 21 ข้อ และค่าความเชื่อมั่น 0.76 จากแบบวัดทั้งหมด 30 ข้อ

8 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดวิเคราะห์แบบปรนัยที่คัดเลือกไว้ จำนวน 21 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง เก็บข้อมูลสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์ผล

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การสร้างแบบวัด มีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาเป็นหัวข้อสำคัญในการจัดทำแบบวัด
2. ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ มาใช้ในการจัดทำแบบวัด
3. ศึกษาการจัดทำแบบวัดการคิดและการออกข้อสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัยมาเป็นแนวทางในการจัดทำแบบวัด
4. จัดทำแบบวัดการคิดเป็นแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ทำถูกได้ 2 คะแนน ทำถูกบางส่วนได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน

5. นำแบบวัดการคิดเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำผลการแนะนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6. นำแบบวัดการคิดที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว ไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

(Rovinelli & Hambleton, 1976, pp. 1-35; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 138-140) แล้วปรับปรุง แบบวัดปรนัย ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเช่น ข้อความในข้อคำตอบให้ชัดเจนขึ้น การเขียน สูตรทางเคมี และอัตรณ์ เช่น การพิมพ์สถานการณ์จะต้องแบ่งวรรค ปรับคำเขียนบางคำให้สมบูรณ์

7. นำแบบวัดการคิดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (แบบทดสอบ ปรนัยใช้ KR-20 และแบบทดสอบอัตรณ์ใช้ α -Coefficient) (Hopkins & Antes, 1985 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 182-187, 215-220; Ary et al., 2006, pp. 262-267; McMillan & Schumacher, 2006, p. 183; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 142-144)

7.1 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเป็น 6 สถานการณ์ ๆ ละ 5 ข้อ คัดเลือกจาก สถานการณ์ที่ 1 ปรับข้อ 3 และ 5 สถานการณ์ที่ 2 ใช้ได้ทั้ง 5 ข้อ สถานการณ์ที่ 3 ใช้ได้ 4 ข้อ สถานการณ์ที่ 6 ใช้ได้ 4 ข้อ จึงปรับโจทย์หรือตัวเลือกจำนวน 4 ข้อที่มีความยากระหว่าง 0.28-0.89 ข้อที่มีความยากสูงกว่า 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.08 ปรับแก้ไข และค่าความเชื่อมั่น 0.75 จากแบบวัดทั้งหมด 30 ข้อ

7.2 ส่วนแบบอัตรณ์มี 5 สถานการณ์ คัดเลือกมา 3 สถานการณ์จากข้อที่มีความยาก ระหว่าง 0.35-0.72 มีค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.35 คัดเลือกใช้ 3 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.50

8. จัดพิมพ์แบบวัดปรนัยที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตรณ์ จำนวน 3 ข้อ เพื่อนำไปวัดผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง เก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผล

แบบวัดการคิดแก้ปัญหา

การสร้างแบบวัดการคิดแก้ปัญหามีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการคิดแก้ปัญหา มาเป็นหัวข้อสำคัญในการจัดทำแบบทดสอบ
2. ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ มาใช้ในการจัดทำแบบวัด
3. ศึกษาการจัดทำแบบวัดการคิดและการออกข้อสอบแบบปรนัยมาเป็นแนวทาง

ในการจัดทำแบบวัด

4. จัดทำแบบวัดการคิดแก้ปัญหามี 4 ตัวเลือก ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ

5. นำแบบวัดการคิดแก้ปัญหาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำผลการแนะนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6. นำแบบวัดการคิดแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว ไปเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป (Rovinelli & Hambleton, 1976, pp. 1-35; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 138-140) แล้วปรับปรุงแบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ สถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนอ่านควรรู้ชื่อบริษัทที่สมมติขึ้น และคำศัพท์บางคำที่เป็นตัวอักษรวัดเก็บชื่อเต็ม

7. นำแบบวัดการคิดแก้ปัญหาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (แบบทดสอบปรนัยใช้ KR-20) (Hopkins & Antes, 1985 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 182-187, 215-217; Ary et al., 2006, pp. 262-267; McMillan & Schumacher, 2006, p. 183; พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, หน้า 142-144) แบบวัดการคิดแก้ปัญหาที่มี 8 สถานการณ์ ๆ ละ 4 ข้อ จึงมี 32 ข้อ คัดเลือกมา 5 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 ปรับแก้ไขข้อที่ 4 สถานการณ์ที่ 3 ใช้ได้ทั้ง 4 ข้อ สถานการณ์ที่ 4 ปรับแก้ไขข้อที่ 14 สถานการณ์ที่ 7 ได้ทั้ง 4 ข้อ สถานการณ์ที่ 8 ปรับแก้ไขข้อที่ 29, 30, 32 จากข้อที่มีความยากระหว่าง 0.22-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ปรับแก้ไข ค่าความเชื่อมั่น 0.75 จากแบบวัดทั้งหมด 32 ข้อ

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบปรนัยที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง เก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผล

แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาและนำหน้าลงในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อการเรียนวิชาชีพวิทยา ดังนี้
 - 2.1 ความคิดเห็น โดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีพวิทยา
 - 2.2 การเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีพวิทยา
 - 2.3 ความสนใจต่อการเรียนวิชาชีพวิทยา
 - 2.4 ความนิยมชมชอบต่อการเรียนวิชาชีพวิทยา
 - 2.5 การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมในการเรียนวิชาชีพวิทยา

3. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert, 1967)

ประกอบด้วย ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ
ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

- 5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยมาก
- 3 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยปานกลาง
- 2 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยน้อย
- 1 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

- 5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยน้อยที่สุด
- 4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยน้อย
- 3 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยปานกลาง
- 2 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยมาก
- 1 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยมากที่สุด

4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 5 ท่านประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา เป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่า 0.60 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 119) ได้ค่า (IOC) เท่ากับ 1 สามารถนำไปใช้ได้

6. ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้แก้ไข ข้อความที่อ่านแล้วเข้าใจยากให้เข้าใจดีขึ้น การสะกดคำที่ไม่ถูกให้เป็นคำที่ถูกในคำถามบางคำถาม

7. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน ที่ผ่านการเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น นำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 215-217) ได้ค่าอำนาจจำแนก 0.30-0.76

8. คัดเลือกแบบวัด จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach (1990 อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

9. จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป
ขั้นที่ 2 การจัดกลุ่มทดลอง ดำเนินการดังนี้

1. รูปแบบการดำเนินการ เป็นแบบกลุ่มทดลองวัดก่อนและหลัง (One-group pretest-posttest design) (Gall, Borg & Gall, 1996, p. 486; McMillan & Schumacher, 2006, p. 264)
มีรูปแบบ ดังภาพที่ 2

| Pretest | Treatment | Posttest |
|---------|-----------|----------|
| O | X | O |

ภาพที่ 2 รูปแบบการดำเนินการแบบทดลองวัดก่อนและหลัง (Gall et al., 1996, p. 486)

2. ประชากรที่ใช้ในการดำเนินการเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2559
จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวน 400 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา เป็นผู้เรียนที่ได้จากการเลือก
ในระดับโรงเรียนใช้โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-
คณิตศาสตร์ จำนวน 46 คน โดยการสุ่มห้องเรียนแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลอง
ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิด
แก้ปัญหา ซึ่งได้ดำเนินการก่อนการเรียนการสอน เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

1. กลุ่มทดลองเป็นผู้เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 46 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมี
วิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา

2. ผู้เรียนกลุ่มทดลองได้เรียนในเวลาของรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2559 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 จำนวน 15 คาบ

3. ทดสอบก่อนการเรียนด้วยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ
และคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์กับกลุ่มทดลอง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

4. ดำเนินการสอนวิชาชีววิทยาโดยใช้แผนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับผู้เรียน
กลุ่มทดลอง

5. ทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยากับผู้เรียน กลุ่มทดลอง เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ดำเนินการทดสอบความแตกต่าง ก่อนและหลังการเรียน ของกลุ่มทดลอง โดยทดสอบความแตกต่างที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 โดยสถิติ *t*-test วิเคราะห์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

$$SD = \frac{\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้แบบวัดแต่ละข้อ (IOC)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้ที่เชี่ยวชาญ

2.2 สถิติที่ใช้หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิเคราะห์ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$P = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
 H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H แทน จำนวนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มสูง
 N_L แทน จำนวนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มต่ำ

2.3 สถิติที่ใช้วิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดการคิดตามวิธีของเบรนนาน (Brennan) โดยคำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{U}{n_H} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 U แทน จำนวนผู้ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L แทน จำนวนผู้ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์
 n_H แทน จำนวนผู้สอบที่ผ่านเกณฑ์
 n_L แทน จำนวนผู้สอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 สถิติที่ใช้หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับของ
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดการคิด โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-
 ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left| 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right|$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นอัตนัย จากสูตร (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 201)

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้สอบกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นอัตนัย โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach (1990 อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126)

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.7 หาค่าความเหมาะสมของรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้วิเคราะห์จากคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรายการแต่ละข้อ และแปลค่าของคะแนนไปสู่ระดับความคิดเห็นที่กำหนดไว้

| ช่วงคะแนนเฉลี่ย | ระดับความคิดเห็น |
|-----------------|--------------------|
| 4.50-5.00 | เห็นด้วยมากที่สุด |
| 3.50-4.49 | เห็นด้วยมาก |
| 2.50-3.49 | เห็นด้วยปานกลาง |
| 1.50-2.49 | เห็นด้วยน้อย |
| 1.00-1.49 | เห็นด้วยน้อยที่สุด |

2.8 การประเมินค่าเจตคติต่อวิชาชีพวิทยากับผู้เรียนกลุ่มทดลอง วิเคราะห์จากคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อคำถามแต่ละข้อ และแปลค่าของคะแนนไปสู่ระดับความคิดเห็นที่กำหนดไว้

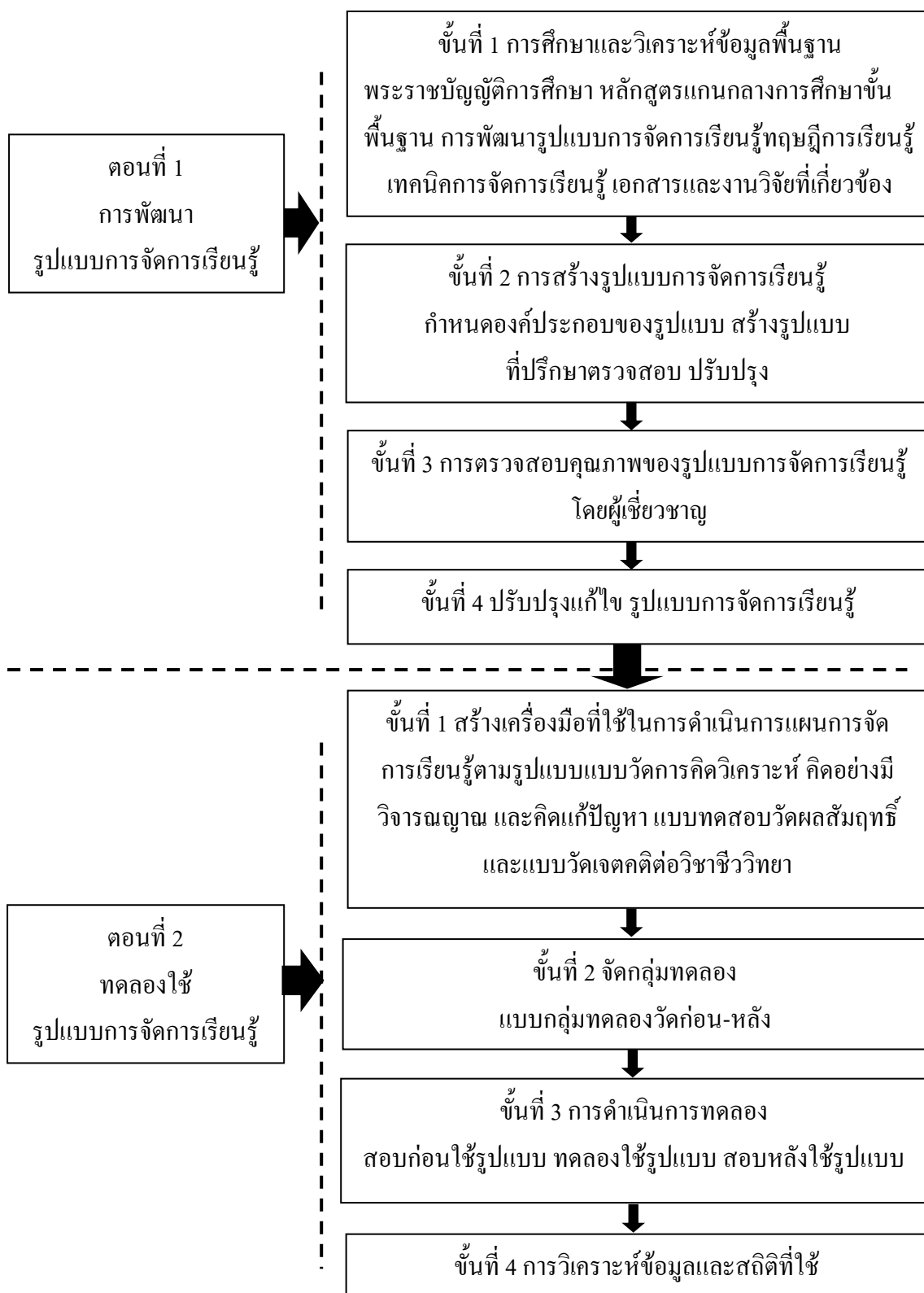
| ช่วงคะแนนเฉลี่ย | ระดับความคิดเห็น |
|-----------------|--------------------|
| 4.50-5.00 | เห็นด้วยมากที่สุด |
| 3.50-4.49 | เห็นด้วยมาก |
| 2.50-3.49 | เห็นด้วยปานกลาง |
| 1.50-2.49 | เห็นด้วยน้อย |
| 1.00-1.49 | เห็นด้วยน้อยที่สุด |

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดการคิด ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่ที่กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent-samples) โดยใช้สูตร *t*-test (Dependent-samples) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

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

| | |
|----------------|--|
| เมื่อ <i>t</i> | แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ <i>t</i> |
| <i>D</i> | แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ |
| <i>n</i> | แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง |



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำเสนอ ผลการวิเคราะห์เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในแต่ละตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยแบบประเมินรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2 ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมี
 วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

| รายการประเมินรูปแบบ | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (คน) | | | | | ค่าเฉลี่ย |
|--|------------------------|-----|-------------|------|----------------|-----------|
| | มาก ที่สุด | มาก | ปาน กลาง | น้อย | น้อย ที่สุด | |
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1. ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ | 2 | 2 | 1 | - | - | 4.20 |
| 2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ | 2 | 3 | - | - | - | 4.40 |
| 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.1 ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.2 ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.3 ขั้นสร้างความรู้ | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.4 ขั้นกระบวนการกลุ่ม | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.6 ขั้นขยายความรู้ | 2 | 3 | - | - | - | 4.40 |
| 3.7 ขั้นสอนให้คิดต่อ | 3 | 2 | - | - | - | 4.60 |
| 3.8 ขั้นตรวจสอบและติดตาม | 2 | 3 | - | - | - | 4.40 |
| 4. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ | 2 | 3 | - | - | - | 4.40 |
| รวม | | | | | | 4.49 |

จากตารางที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
 การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ 3 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

| รายการประเมิน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (คน) | | | |
|--|------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| | นำไปปฏิบัติได้ (1) | ไม่แน่ใจ (0) | ควรปรับปรุง (-1) | ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) |
| 1. ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ | | | | |
| 3.1 ชั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.2 ชั้นแจ้งจุดประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.3 ชั้นสร้างความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.4 ชั้นกระบวนการกลุ่ม | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.5 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.6 ชั้นขยายความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.7 ชั้นสอนให้คิดต่อ | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 3.8 ชั้นตรวจสอบและติดตาม | 5 | 0 | 0 | 1 |
| 4. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ | 4 | 1 | 0 | .80 |

จากตารางที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รูปแบบที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) หลักการของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ชั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ชั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) ชั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ชั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ชั้นขยายความรู้ (Expansion) ชั้นสอนให้คิดต่อ

(Re-educate) ขึ้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) และ 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังภาพที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดว่า ในการพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ใช้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ศึกษาข้อมูล และเนื้อหาสาระต่าง ๆ คัดชั้นสูง และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอผลของตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา สนับสนุนด้านข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ ให้ความสะดวกแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมและมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน เป็นการสร้างบรรยากาศให้แก่ผู้เรียน สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาได้

ทฤษฎีของรูปแบบ

ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาเป็นแนวคิดของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีการพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าจะสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว (Lall & Lall, 1983 อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณี, 2545, หน้า 64-65)

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นแนวคิดในการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นกระบวนการคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดทักษะแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคล ในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่าคนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่าโลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้น เพราะโลกของใครก็เป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด (Jonassen, 1992, pp. 138-139)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความรู้สึก 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย
- 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne's instructional model มี 9 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

- 1) ขั้นการกระตุ้นและดึงดูดความสนใจ 2) ขั้นการแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน 3) ขั้นการกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม 4) ขั้นการนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ 5) ขั้นการให้แนวการเรียนรู้หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย 6) ขั้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ
- 7) ขั้นการให้ข้อมูลป้อนกลับ 8) ขั้นการประเมินผลการแสดงออก 9) ขั้นการส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้

หลักการของรูปแบบ

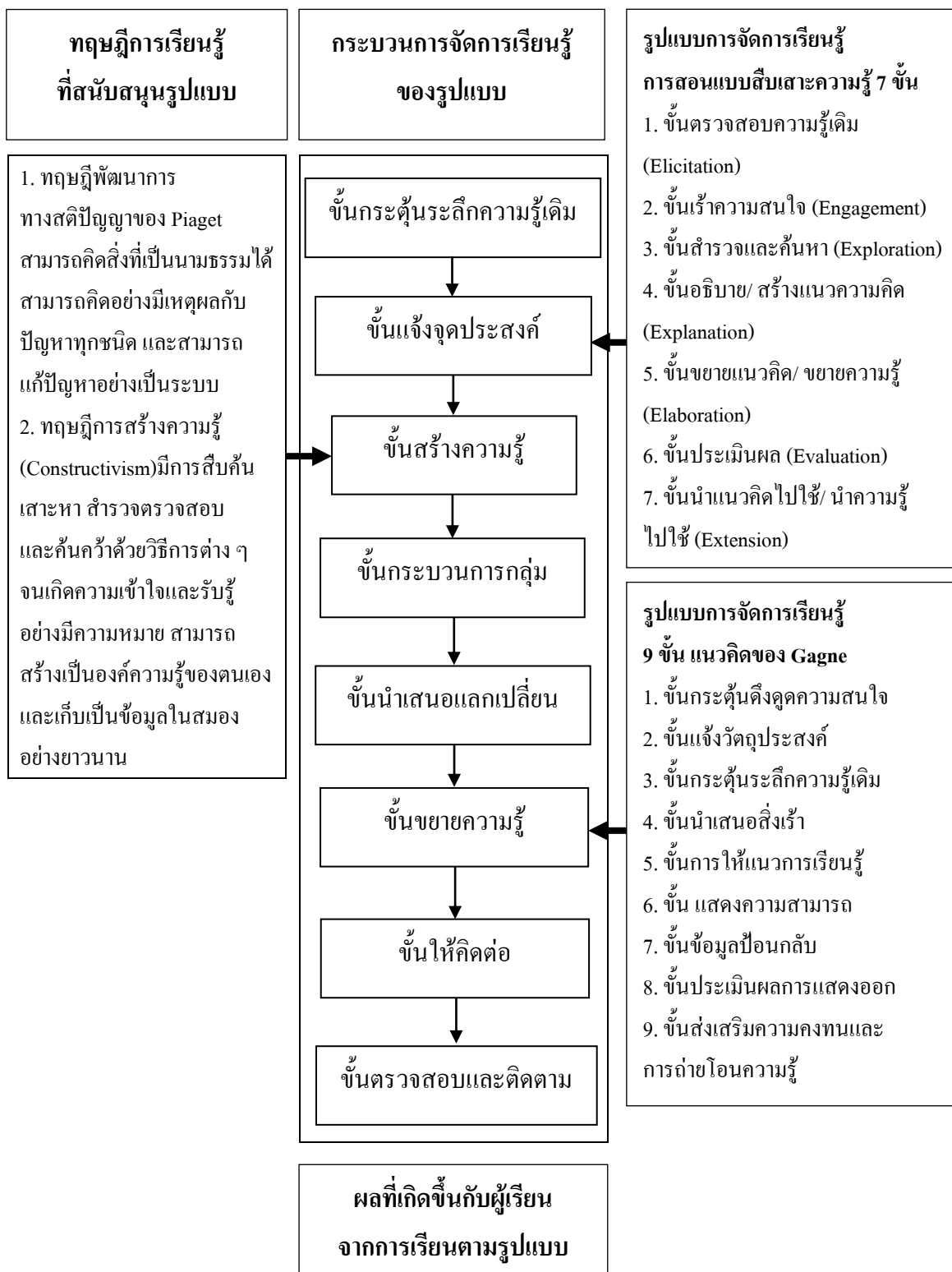
จากแนวคิดและทฤษฎีของรูปแบบและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ นำมาเขียนเป็นหลักการในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีความสัมพันธ์ดังภาพที่ 4 และหลักการมีสาระสำคัญที่ยึดถือเป็นแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. มีการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ โดยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมและรับรู้วัตถุประสงค์ในเรื่องที่จะศึกษา

2. ส่งเสริมการแก้ปัญหา ทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย การเรียนรู้ของตนเองให้นักเรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อน จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น คือ การเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมที่ตนมีอยู่

4. มีการฝึกฝนการคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้มีการประเมินผลการเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด มีการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังภาพที่ 5 และมีรายละเอียดดังนี้คือ

1. ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ในขั้นนี้จะเป็น
ขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคน
มีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียน
เนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำ
ระยะยาวให้มาอยู่ในความจำเพื่อนำใช้งานซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยง
ความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ผู้เรียนเคยได้เรียนเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำว่ามีประเภทและประโยชน์
อะไรบ้าง สำหรับคำถามบางคำถาม ผู้เรียนบางคนจะตอบได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้ที่มี
แต่ละบุคคล

2. ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียน (Objective) การแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียน
ให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ขอบข่ายในเนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้รับ ขั้นนี้มีการใช้ภาพ
ที่จะเป็นสื่อในการทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นภาพเกี่ยวกับอะไรแล้วแปลผล
มาเป็นการเขียนวัตถุประสงค์ในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ผู้สอนได้จัดบทเรียนให้ผู้เรียนเห็นในลักษณะ
สำคัญของสิ่งต่าง ๆ อย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการรับรู้ของผู้เรียน การศึกษาหาข้อมูลจาก
เอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ มีค่าเพิ่มเติมที่ให้ผู้เรียน
ได้เรียนรู้เช่น คำว่า พื้นที่ชุ่มน้ำ มีลักษณะเป็นอย่างไรและเป็นแหล่งน้ำประเภทใด คำว่า
Eutrophication และ Red tide เป็นอย่างไรและมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำอย่างไร
เพื่อที่จะได้มีความรู้นำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

4. ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นนี้มีการวางแผนกำหนดแนวทาง ผู้เรียน
ได้สำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง
ทำกิจกรรมภาคสนาม กิจกรรมกลุ่ม มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียน
มีโอกาสดูสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน
และได้ใช้การคิดแก้ปัญหา เช่น น้ำที่นำมาวิเคราะห์มีคุณภาพเป็นเช่นใด

| รูปแบบ 7 E | รูปแบบ Gagne | รูปแบบ SONGSERM MODEL |
|---|---|--|
| 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) | 1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Gaining attention) | 1. ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) |
| 2. ขั้นเร้าความรู้สึก (Engagement phase) | ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน (Information learners of the objective) | 2. ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียน (Objective) |
| 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) | ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating recall of prior learning) | 3. ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) |
| 4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) | ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ (Presenting the stimulus) | 4. ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) |
| 5. ขั้นขยายความคิด (Expansion phase/ elaboration phase) | ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้ หรือ ทำข้อมูลให้มีความหมาย (Providing "learning guidance") | 5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) |
| 6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) | ขั้นที่ 6 การให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ (Eliciting performance) | 6. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) |
| 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) | ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) | 7. ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) |
| | ขั้นที่ 8 การประเมินผล การแสดงออก (Assessing performance) | 8. ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) |
| | ขั้นที่ 9 การส่งเสริมความคงทน และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing retention and transfer) | |

ภาพที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

5. **ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing)** ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ มีการทดลองแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ โดยมีการนำมาอภิปรายร่วมกัน ค่าตัวเลขต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองเมื่อมีการแปลผล ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ นำผลที่ได้มาให้เกิดผลในการสรุปความรู้ที่ได้

6. **ขั้นขยายความรู้ (Expansion)** เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าเกิดความรู้ที่จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้สึกรู้ว่าเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางขึ้น เช่น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำสามารถใช้ค่าอื่น ๆ อีก เช่น ค่า BOD (Biological oxygen demand) ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น

7. **ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate)** ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูมีการเตรียมสถานการณ์และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” ได้มีการฝึกฝนการคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้ เช่น ในการแก้ไขปัญหาเรื่อง น้ำ ในหลวงรัชกาลที่ 9 ทรงเป็นผู้คิดค้นกั้นกันชัชพัฒนา ฯลฯ ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้การคิดวิเคราะห์เพิ่มเติม

8. **ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring)** ขั้นนี้เป็นขั้นประเมินผลการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปใช้เพื่อเป็นการสะท้อนความคิด โดยมีการประเมินผลการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดการคิดต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับผลการตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | | |
|---------------------------------------|--|------|------|
| | 6 | 7 | 8 |
| สาระสำคัญ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| สาระการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| กระบวนการจัดการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นสร้างความรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นกระบวนการกลุ่ม | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นขยายความรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นสอนให้คิดต่อ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ขั้นตรวจสอบและติดตาม | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| สื่อการเรียนการสอน | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| การวัดและประเมินผล | | | |
| แบบรายงานผลการประเมินพฤติกรรมนักเรียน | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ใบงาน | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

จากตารางที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัด
การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมี
วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดลองใช้ในด้านต่าง ๆ
ดังนี้

การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเปรียบเทียบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลการประเมิน
การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดวิเคราะห์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง
จำนวน 46 คน

| กลุ่มทดลอง | <i>N</i> | \bar{X} | <i>SD</i> | <i>df</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| ก่อนเรียน | 46 | 9.87 | 1.47 | 45 | 26.80* | .000 |
| หลังเรียน | 46 | 16.50 | 2.11 | 45 | | |

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 1 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียน
 กลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน

| กลุ่มทดลอง | <i>N</i> | \bar{X} | <i>SD</i> | <i>df</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| ก่อนเรียน | 46 | 7.83 | 1.88 | 45 | 13.45* | .000 |
| หลังเรียน | 46 | 11.43 | 2.33 | 45 | | |

* $p < .05$

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างในการคิดแก้ปัญหา
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง
 จำนวน 46 คน

| กลุ่มทดลอง | <i>N</i> | \bar{X} | <i>SD</i> | <i>df</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| ก่อนเรียน | 46 | 8.89 | 1.55 | 45 | 16.48* | .000 |
| หลังเรียน | 46 | 13.87 | 1.61 | 45 | | |

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
 มีการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน

| กลุ่มทดลอง | <i>N</i> | \bar{X} | <i>SD</i> | <i>df</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| ก่อนเรียน | 46 | 16.37 | 2.54 | 45 | 8.10* | .000 |
| หลังเรียน | 46 | 18.98 | 3.10 | 45 | | |

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 ที่ตั้งไว้

เจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีความคิดเห็นกับข้อความทั้งเชิงบวกเล่าและเชิงนิเสธ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของคะแนนเจตคติต่อ
วิชาชีววิทยา โดยแยกตามองค์ประกอบ

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | |
|---|------------------|------|-----------|
| | (n = 46) | | |
| | \bar{X} | SD | ระดับ |
| ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา | | | |
| 1. วิชาชีววิทยา เป็นวิชาที่น่าสนใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ | 4.24 | 0.79 | มาก |
| 2. วิชาชีววิทยาทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกและมีความสุข | 3.89 | 0.74 | มาก |
| 3. วิชาชีววิทยาทำให้รู้วิธีการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม | 4.30 | 0.63 | มาก |
| 4. วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ | 4.35 | 0.71 | มาก |
| ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาชีววิทยา | | | |
| 5. การเรียนวิชาชีววิทยาทำให้เรานำไปใช้เป็นพื้นฐาน การศึกษาต่อในระดับสูงได้ | 4.09 | 0.76 | มาก |
| 6. การเรียนวิชาชีววิทยาทำให้เรามีจิตสำนึกในการดูแลและรักษา สิ่งแวดล้อม | 4.00 | 0.73 | มาก |
| 7. การเรียนวิชาชีววิทยาทำให้เราเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม มากขึ้น | 4.22 | 0.70 | มาก |
| 8. การเรียนวิชาชีววิทยาทำให้เรามีจิตสำนึกในการรักษา สิ่งแวดล้อม | 4.57 | 0.62 | มากที่สุด |
| ด้านความสนใจในวิชาชีววิทยา | | | |
| 9. ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านชีววิทยา | 3.35 | 0.87 | ปานกลาง |
| 10. ข้าพเจ้ารู้สึกว่วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่น่าสนใจศึกษา | 3.74 | 0.95 | มาก |
| 11. ข้าพเจ้ารู้สึกว่วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่มีประโยชน์ ได้รับความรู้ที่นำไปใช้ได้จริง | 4.17 | 0.68 | มาก |
| 12. ข้าพเจ้ารู้สึกว่วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่น่าศึกษาต่อ | 4.11 | 1.04 | มาก |
| ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา | | | |
| 13. ข้าพเจ้าชอบดูรายการเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีววิทยา | 3.63 | 1.10 | มาก |

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| รายการ | ระดับความคิดเห็น (n = 46) | | |
|--|------------------------------|------|---------|
| | \bar{X} | SD | ระดับ |
| 14. ข้าพเจ้าชอบหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชีววิทยา | 3.24 | 0.97 | ปานกลาง |
| 15. ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาอยู่เสมอ | 3.24 | 0.79 | ปานกลาง |
| 16. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่เบื่อหน่ายเมื่อไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับชีววิทยา | 4.15 | 0.99 | มาก |
| ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาชีววิทยา | | | |
| 17. ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | 3.41 | 0.86 | ปานกลาง |
| 18. ข้าพเจ้าชอบมีส่วนร่วมในการทำการทดลองทางชีววิทยา | 3.65 | 0.99 | มาก |
| 19. ข้าพเจ้าชอบมีส่วนร่วมในการอภิปรายและตอบคำถามในห้องเรียนวิชาชีววิทยา | 3.33 | 0.92 | ปานกลาง |
| 20. ข้าพเจ้าเรียนวิชาชีววิทยาไม่เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น มีการค้นคว้าเพิ่มเติม | 3.65 | 0.94 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | 3.78 | 0.52 | มาก |

จากตารางที่ 9 พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มทดลองซึ่งเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.78$) โดยเรียงลำดับในด้านต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีววิทยา ($\bar{X} = 4.22$) 2) ด้านความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ($\bar{X} = 4.20$) 3) ด้านความสนใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ($\bar{X} = 3.8$) 4) ด้านความนิยมชมชอบต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ($\bar{X} = 3.57$) และ 5) ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมในการเรียนวิชาชีววิทยา ($\bar{X} = 3.51$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โครงสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา มาใช้ในการสอนวิชาชีววิทยา โดยการทดลองนำร่องใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียน ในกลุ่มทดลองซึ่งเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม โรงเรียนที่ใช้ในการวิจัยเป็น โรงเรียนชลราษฎรอำรุง โดยใช้เครื่องมือ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา 2) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ 3) แบบวัด วิจารณญาณ 4) แบบวัดการคิดแก้ปัญหา 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6) แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา และตอนที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณและคิดแก้ปัญหาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (Dependent *t*-test)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คัดอย่างมี วิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีองค์ประกอบสำคัญ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ มี 8 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) ขั้นแจ้งจุดประสงค์ ของบทเรียน (Objective) ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) และขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) 4) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียน

ตามรูปแบบ และรูปแบบมีคุณภาพเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยมีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบในระดับความคิดเห็นมาก

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา พบว่า 1) ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.87 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการอภิปรายผลที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ที่มีคุณภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา เป็นรูปแบบการจัดการเรียน ที่มีคุณภาพจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญในระดับความคิดเห็นมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่า

1.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีระบบที่ชัดเจน สอดคล้องกับแนวคิด การพัฒนารูปแบบของ Kemp (1985, p. 10) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ของกระบวนการการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Gustafson & Branch, 2002, pp. 3-7) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดในการออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้ (Gagne & Briggs, 1979 cited in Tennyson, 2010, p. 6) องค์ประกอบ (Kemp, 1985, p. 10) และขั้นตอน (Morrison, 2001) ที่ต้องคำนึงถึงนำมาพิจารณาและวิเคราะห์ ซึ่งมีองค์ประกอบของรูปแบบที่สอดคล้องและเหมาะสมกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวางแนวทฤษฎีที่รองรับในขอบข่ายของแนวคิด ที่นำไปสู่บริบทที่รูปแบบสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้รูปแบบเป็นที่ยอมรับ (Gustafson & Branch, 2002, p. 2) หมายความว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เริ่มต้นด้วยการมีทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ (ทิสนา แคมมณี, 2554, หน้า 221-222) นำทฤษฎีการเรียนรู้เป็นพื้นฐานและทฤษฎีแรงจูงใจมาสนับสนุน (Eggen & Kauchak, 2016, p. 18)

แล้วทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เมื่อนำไปใช้แล้วจะทำให้เกิดการพัฒนาลึกลับกับผู้เรียน จากนั้นคิดขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ เพื่อส่งผลการพัฒนาการเรียนรู้ไปยังผู้เรียน ในการกำหนดขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องมีทฤษฎีการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานรองรับขั้นตอนที่กำหนดขึ้น นอกจากทฤษฎีการเรียนรู้แล้วยังนำยุทธวิธีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้มาใช้ร่วมด้วยมีผลทำให้ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการที่จะส่งผล ไปยังผู้เรียนและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนรู้ตามรูปแบบก็เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบที่กำหนดไว้ (Joyce et al., 2004, pp. 219-227; Eggen & Kauchak, 2016, p. 18)

1.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดบทบาทของครูและผู้เรียนอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่กระทรวงศึกษาธิการ (2553, หน้า 26) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียน แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการที่พัฒนาความคิดวิเคราะห์ หลักการ ความสำคัญและความสัมพันธ์ โดยเริ่มขั้นกระตุ้นให้ระลึกความรู้เดิมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่จัดการเรียนการสอนในขั้นแรกของแบบ 7E ในงานวิจัยต่าง ๆ (ธัญญรีย์ สมองดี, 2556, หน้า 89) ที่ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยมีขั้นแจ้งจุดประสงค์เพื่อทำให้เกิดความคิดรวบยอดว่าจะต้องมีความรู้ในเรื่องใดบ้าง ในขั้นสร้างความรู้ใหม่เป็นสิ่งสำคัญก่อนที่จะมีการสำรวจ ค้นหา โดยครูมีการจัดเตรียมและเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับกิจกรรม สำหรับผู้เรียนนั้นมีบทบาทในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง แสวงหาความรู้โดยใช้ความคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู และประเมินและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

1.3 กิจกรรมของผู้เรียนมีการปฏิบัติอย่างเด่นชัด ตั้งแต่เริ่มการทำกิจกรรมจนเสร็จสิ้น และมีการประเมินผล ซึ่งสอดคล้องแนวคิดของ Seymour Papert ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ด้วยตนเอง มิได้มาจากครูและในการสร้างความรู้ นั้น ผู้เรียนจะต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา โดยยึดหลักสำคัญ คือ เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสำรวจทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเป็นขั้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อเชื่อมโยงความรู้ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน ออกแบบการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นการนำความรู้ใหม่ของผู้เรียนที่ได้มาเชื่อมต่อกับความรู้เดิม มีการเรียนรู้การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ช่วยให้

ผู้เรียน ได้พัฒนาความคิดผู้เรียนก็จะปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของตนเองซึ่งเป็นขั้นขยายความรู้ จากนั้นประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน และวิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน สอดคล้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูง (แสงเดือน เจริญฉิม, 2552)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียนได้พัฒนาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งผู้สอนควรให้ความสนใจกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน การคิดวางแผน การลงมือปฏิบัติ การแปลผล และการสรุปผล ขณะเดียวกันก็เติมเต็มคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการ ผู้สอนเปิดกว้างทางการคิด โดยให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดต่อในสภาพแวดล้อมที่มีในปัจจุบัน ตามแนวคิดของ Piaget ที่กล่าวว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนในขั้นการคิดแบบนามธรรม ผู้เรียนสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด และสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Lall & Lall, 1983, pp. 45-54) และ Gange ได้เสนอขั้นสุดท้ายของรูปแบบว่า ควรมีการจัดสภาพการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้แต่ละประเภท ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในสมอง โดยจัดสภาพการณ์ภายนอกให้เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระได้ดี รวดเร็วและจดจำสิ่งที่เรียนได้นานซึ่งเป็นขั้นส่งเสริมความคงทนและถาวร โอนความรู้ (Gange, 1985, pp. 70-80)

1.5 บรรยากาศในการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ทำงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แต่ละคนเกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการกระทำเช่นนี้เป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ส่งเสริมการอภิปรายและมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเรียนรู้ และการจัดสภาพแวดล้อมที่เพิ่มความซับซ้อนของกิจกรรมการเรียน เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ง่ายแล้วก็จะเกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหา ผู้สอนมีการกำหนดสถานการณ์หรือสร้างปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ถ้าเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนพบในห้องเรียนมีความสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยตรง จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ในการเรียนรู้ได้มากขึ้น

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีผลการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณและคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับดี

2.1 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ให้ผู้เรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการอภิปรายในเรื่องที่ศึกษา ดำเนินการวางแผน มีการทดลอง แล้วนำความรู้มาเชื่อมโยงในการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ จัดให้ผู้เรียนได้มีการเรียนแล้วทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สுகนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552, หน้า 13) ที่กล่าวว่าสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้จะต้องกำหนดเหตุการณ์หรือเรื่องราวเป็นต้นเรื่อง เช่น ทรัพยากรน้ำ และกำหนดคำถามหรือปัญหาเพื่อค้นหาความจริง และยังสอดคล้องกับแนวคิดของประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 69) ที่ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต และเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งหมด ถ้ามีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก็จะสามารถในการคิดด้านอื่น ๆ ได้ดีกว่า ทั้งด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต เป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้ ประกอบด้วย การสังเกต การเปรียบเทียบ การคาดคะเน การประยุกต์ใช้ การประเมิน การจำแนกแยกแยะประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน การสรุปผลเชิงเหตุผล การศึกษาหลักการ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทักษะการคิดวิเคราะห์จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการคิดแก้ปัญหา ในการคิดวิเคราะห์ นอกจากผู้เรียนจะมีทักษะการสังเกตแล้วยังมีทักษะอื่น ๆ เช่น การสรุปอ้างอิง การจัดกลุ่ม การเรียงลำดับ การจำแนกประเภท และการใช้ตัวเลข ซึ่งสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2559, หน้า 59) ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์คือการแยกแยะโดยมีการสังเกตสิ่งเร้าแล้วเก็บข้อมูล จนได้สารสนเทศ จากนั้นนำมาจัดกลุ่มบ้าง จำแนกประเภทบ้าง รวมทั้งใช้ตัวเลขในการจัดกระทำข้อมูล แล้วสื่อความหมายด้วยผังกราฟิกแบบต่าง ๆ โดยอาจวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ เปรียบเทียบความเหมือนความต่าง ระบุสาเหตุ ระบุจุดเด่นจุดบกพร่อง จากการทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนเรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ จำนวน 21 ข้อ ซึ่งมี 7 สถานการณ์ ๆ ละ 3 ข้อ ผู้เรียนมีการพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับธัญญรีย์ สมองดี (2556, หน้า 92) ที่มีแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .82 ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนได้มีการนำขั้นการระลึกความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ทำให้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานอย่างไร ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne ที่กล่าวว่า สมรรถภาพในการเรียนรู้ด้านเขาวนปัญญาว่าเป็นความสามารถในการใช้สมองคิดหาเหตุผลโดยใช้ข้อมูล ประสบการณ์ ความรู้ความคิดในด้านต่าง ๆ นับแต่การเรียนรู้

ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากสลับซับซ้อนขึ้น ทักษะที่ควรได้รับการฝึก คือ ความสามารถในการจำแนก ความสามารถในการคิดรวบยอดเป็นรูปธรรมและความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550, หน้า 70) ที่ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คน พบว่า การคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยา มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และยังสอดคล้องกับแมน เชื้อบางแก้ว (2556, หน้า 102) ที่ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการจัดเตรียมการ (Managing preparation) ขั้นการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active learning) ขั้นปัญญาความคิด (Notion intelligence) และขั้นสร้างความพึงพอใจ (Satisfaction) เช่นกัน

2.2 การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยอาศัยความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและนักเรียนทุกคนควรได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ การสอนพัฒนากระบวนการคิดโดยผ่านเนื้อหาวิชาในหลักสูตร จึงเป็นการสอนทักษะกระบวนการคิดที่สอดแทรกและบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิชาที่เรียน โดยผู้สอนต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นการคิดให้กับผู้เรียน ซึ่งทำให้มีโอกาใช้กระบวนการคิดตามเนื้อหาที่เรียน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับผู้เรียนและเหมาะกับหลักสูตรปัจจุบัน สอดคล้องกับสิทธิพล อาจอินทร์ (2550, หน้า 12-21) ที่มีการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น ในขั้นการเตรียมความพร้อมก็คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิมและขั้นแจ้งจุดประสงค์นั่นเอง มีขั้นต่อไป คือ ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา ขั้นฝึกการคิดเป็นรายบุคคลและขั้นฝึกการคิดเป็นกลุ่มย่อย ขั้นนำเสนอและอภิปรายผลการคิด สุดท้าย คือ ขั้นประเมินการคิด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมส่งเสริมความคิดหลายรูปแบบ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถมีเหตุผลในการคิดอย่างมีขั้นตอน เช่น เรื่องทรัพยากรน้ำและดิน มีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างชัดเจน โดยครูมีการเตรียมคำถามที่จะทำให้ผู้เรียนได้

ใช้ความคิดผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับนางนากู วงศ์คำ, ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์ (2556, หน้า 11) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนฝึกคิดนี้มีอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนจะแทรกขึ้นตอนการคิดซึ่งประกอบด้วยการกำหนดเป้าหมายการคิดอย่างถูกทาง สังเกตจากผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายการคิดในระยะยาว เช่น ขึ้นการจัดกิจกรรมกลุ่มและขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งส่งผลมาถึงขั้นขยายความรู้และขั้นคิดต่อ เพื่อนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างเป็นรูปธรรม ผู้เรียนสามารถอธิบายความรู้ที่เรียนในแต่ละเนื้อหา เชื่อมโยงถึงกันและเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยทักษะการคิดที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เช่น การตีความ การวิเคราะห์ การประเมินผล การอ้างอิง การอธิบายและการควบคุมตนเอง สอดคล้องกับไพฑูรย์ สนิลรัตน์ และคณะ (2558, หน้า 77) ที่กล่าวว่า ทักษะเหล่านี้ประกอบด้วยทักษะย่อยอีก 16 ทักษะ เช่น การจัดประเภท การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง การประเมินข้อโต้แย้ง การลงข้อสรุป การนำเสนอข้อโต้แย้ง และการแก้ไขตนเอง เป็นต้น และ การใช้คำถามเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีควรเป็นคำถามที่สั้น ชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีคุณค่าและเร้าให้ผู้เรียนอยากตอบ เช่นเดียวกับชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, หน้า 113) ที่กล่าวว่า ประเด็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายจะเริ่มที่การกระตุ้นให้ผู้เรียนนิยามปัญหาให้ได้ เช่น ปัญหาที่สำคัญที่สุดในเหตุการณ์นี้คืออะไร ต่อมาจึงเป็นแนวทางที่จะแก้ไขจะทำอย่างไร เพราะอะไร เป็นต้น กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในขั้นตอนบางขั้น เช่น ขั้นกระบวนการกลุ่ม ขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขยายความรู้และขั้นคิดต่อ มีการสอดแทรกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ขั้นตอน มีความเหมือนและความต่างจากจันทร์ดา พิทักษ์สาธิต, สุวิมล เขี้ยวแก้ว และสุรัชย์ มีชาญ (2549, หน้า 43) ที่กล่าวว่า มีการสอดแทรกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เช่น การสร้างความสนใจสอดแทรกด้วยทักษะระบุปัญหาซึ่งเป็นส่วนที่ต่างกัน ขึ้นการสำรวจและค้นหาสอดแทรกด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการระบุลักษณะของข้อมูล ทักษะการคิดวิจรรย์ญาณที่ได้สอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการแปลความหมาย ตีความจากข้อความหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งเป็นขั้นการเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับเพชรรัชต์ แก้วสุวรรณ (2556, หน้า 20) ที่เขียนไว้ว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์อยู่ในส่วนหนึ่งของการคิดแบบนี้และมีขั้นการลงข้อสรุปและการประเมินการใช้เหตุผล ผู้เรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ดี จะส่งผลให้การคิดวิจรรย์ญาณดีไปด้วย สอดคล้องกับอุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2556, หน้า 96) ที่สรุปว่า คุณลักษณะของคนที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ มีหลักการร่วมที่ชัดเจนในเรื่องการมองเห็นประเด็นความมีเหตุผล การวิเคราะห์ การพิสูจน์ความรู้และความจริง การประมวลข้อมูลสู่การสรุป ความใจกว้างยอมรับข้อมูลและเหตุผลของคนอื่น ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาและสิ่งแวดล้อมตามแนวสร้างสรรค์ความรู้ที่เป็นเชิงพุทธิปัญญา

(Cognitive construction) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจใหม่ โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว และนำความรู้ที่ได้จากประสบการณ์เดิมมาใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ เรียนรู้ด้วยการกระทำ และปฏิบัติ สอดคล้องกับอดิศักดิ์ สิงห์สีโว (2554, หน้า 129) ที่กล่าวว่า ความรู้เดิมมีอิทธิพลต่อความรู้ใหม่หรือความรู้ที่แก้ไขใหม่ที่จะถูกสร้างจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ และถ้าผู้เรียนเผชิญกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่แล้วไม่สอดคล้องกับความเข้าใจเดิมก็จะถูกเปลี่ยนแปลงไป เพื่อความเหมาะสมกับประสบการณ์ใหม่ สำหรับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้สร้างขึ้น มีทั้งแบบปรนัยที่มี 4 ตัวเลือก และอัตนัย เพื่อพัฒนาการคิดให้กับผู้เรียนซึ่งมีทั้งส่วนเหมือน และส่วนต่างกับสมนึก ภัททิยชนี (2558, หน้า 4) ที่กล่าวถึงแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สามารถสร้างขึ้นตามแนวคิดของนักวิชาการหลายท่าน เช่น Ennis and Millman (1985) ได้สร้างแบบวัดชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก 4 ด้าน Watson and Glaser (1980) ได้สร้างแบบวัดชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก 5 ด้าน และ Dressel and Mayhe (1957) ได้สร้างแบบวัดชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก 5 ด้าน เป็นต้น ซึ่งแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น จากสถานการณ์ที่กำหนด จากข้อความหรือข่าว จากบทสนทนา และจากบทเพลง เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบวัดจากสถานการณ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของจิระ ดีช่วย (2554, หน้า 172) ที่กล่าวว่า การเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้และขึ้นตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และมีการทำใบงานและแบบทดสอบจากกรณีศึกษา ซึ่งคล้าย ๆ กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนรู้ สอดคล้องกับ Chiras (1992, pp. 464-468) ที่กล่าวถึงหลักสำคัญของการคิดในวิชาชีววิทยาและสิ่งแวดล้อมว่ามีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ จากการทดลอง เช่น ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำ มีการนิยามรายละเอียดของเรื่องต่าง ๆ ให้เข้าใจ ตรงกันและวิธีที่จำเป็นต้องเป็นข้อเท็จจริงที่ผ่านการพิสูจน์ โดยมีการตั้งคำถามตัวอย่างกับนักเรียนว่า จากข้อเท็จจริงนี้สามารถสรุปได้อย่างไร การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา เพราะเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล (Paul, n.d. อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี, 2554, หน้า 309) โดยที่กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถทางปัญญาตามแนวคิดของ Bloom หรือตามแนวคิดของ Gagne ควรพยายามให้ผู้เรียนผ่านขั้นตอนย่อยทุกขั้นตอน เช่น การสังเกต อธิบาย รับฟัง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ วิเคราะห์ และสรุป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญพิศุทธิ์ เนกมานุรักษ์ (2537, หน้า 35) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการคิดที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีองค์ประกอบ 7 ด้าน ดังนี้ คือ 1) การระบุประเด็นปัญหา (Identify problem) 2) การรวบรวมข้อมูล (Collecting information) 3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of source of information)

4) การระบุลักษณะของข้อมูล (Identify information) 5) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) 6) การลงข้อสรุป (Conclusion) 7) การประเมินผล (Evaluation) และสอดคล้องกับสุธี ศรีศักดิ์ (2552) ที่ศึกษาผลการเรียนรู้สิ่งแวดลอมศึกษาตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน โดยการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และประเมินผล โดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 การพัฒนาการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ที่นำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน มาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ โดยมุ่งให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหา และสามารถหาแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหานั้น โดยแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เช่น ขั้นการสร้างความรู้ มีการนำเสนอปัญหาจากผู้เรียนเอง เช่น ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มองเห็นจะมีสีต่าง ๆ กัน จะมีคุณภาพน้ำต่างกันหรือไม่ อย่างไร เป็นการกำหนดปัญหา และทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการหาคำตอบ เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการกลุ่มจะมีการหาวิธีการเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ โดยมีการวางแผนและการแก้ปัญหาตามแผนและสามารถสรุปปัญหาต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับชานธิป พรกุล (2557, หน้า 285) ที่กล่าวถึง ทักษะการคิดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาที่มีการวิเคราะห์ การสังเกต การระบุ การเชื่อมโยง การสรุปอ้างอิง การให้เหตุผล การนำความรู้มาใช้ การสังเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การทดสอบสมมติฐาน การตั้งเกณฑ์ การประเมิน และการสรุปลงความเห็น อีกทั้งสอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, หน้า 157) ที่กล่าวถึงความสามารถและกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีความสามารถที่ต่างกันขึ้นอยู่กับระดับของสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนการได้รับการพัฒนา มีผลให้สามารถเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งวิธีการคิดไม่แน่นอนตายตัว วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีมากมายหลายวิธี ขึ้นกับประสบการณ์ของแต่ละคน และสถานการณ์ของปัญหา ยุทธวิธีในการกำหนดปัญหา เช่น ใช้ถ้อยคำกระตุ้น ตั้งสมมติฐานที่ทำทาบ ทำให้ปัญหาเป็นเรื่องใหญ่ หรือทำให้ปัญหาเล็กลง เป็นต้น ดังนั้นการสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาจึงต้องกำหนดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนเพื่อให้ทักษะที่สำคัญ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงและจำเป็นต่อการรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ดี โดยเป็นอย่างไร ลักษณะ สิริวัฒน์ (2558, หน้า 201) ที่กล่าวถึง การฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหา ครูอาจใช้รูปแบบที่หลากหลาย เช่น ฝึกทักษะการคิดจากบทความ กรณีศึกษาภาพหรือ

สถานการณ์ที่กำหนด โดยจัดบรรยากาศหรือสิ่งแวดล้อมให้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นและมีอิสระในการคิด โดยการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกการคิดแก้ปัญหา อาจมีขั้นตอนที่หลากหลาย ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของผู้วิจัยได้มี 4 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การกำหนดขอบเขตหรือระบุสาเหตุของปัญหาการเสนอวิธีการแก้ปัญหา การประเมินและศึกษาผลของการแก้ปัญหาโดยสร้างแบบวัดการคิดแก้ปัญหาเพื่อวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน อีกทั้งยังประเมินผลจากการทำงานตามสภาพจริง ที่นิยมกัน คือ แบบทดสอบที่เป็นสถานการณ์ เช่นเดียวกับที่ สุกนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552, หน้า 123) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ให้คิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Bloom ที่มี 6 ขั้น ของ Dewey มี 5 ขั้น เหมือนกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีแบบทดสอบการคิดแก้ปัญหาแบบเลือกตอบ โดยมีสถานการณ์ บทความ ข้อความ บทเพลง ต่ากลอน ฯลฯ เพื่อวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี การที่ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการคิด และประเมินผลได้จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการกระบวนการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหาได้อย่างผสมกลมกลืน ผู้เรียนจึงมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนทั้งได้ฝึกปฏิบัติ จัดระเบียบความรู้ ประยุกต์ใช้กระบวนการคิด สรุปและประเมินผล รวมทั้งการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอารยา ช่ออัญญ (2553, หน้า 187) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะขั้นตอนที่ 2 มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดโดยตรงแล้ว ขั้นตอนอีก 5 ขั้นตอนยังช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ในขั้นนี้ประสบผลสำเร็จ กล่าวคือ ในขั้นตอนที่ 1 ก่อนที่นักเรียนจะเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ นักเรียนจะรับการกระตุ้นเร้าและสนใจให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะตั้งคำถามหรือปัญหา ขั้นตอนที่ 3 จัดระเบียบความรู้ นักเรียนจะสรุปความรู้ เนื้อหา และทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณได้ ขั้นตอนที่ 4 ประยุกต์ใช้กระบวนการคิด นักเรียนจะนำความรู้และทักษะการคิดมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและทักษะการคิดมากขึ้น สำหรับขั้นตอนที่ 5 สรุป และขั้นตอนที่ 6 ประเมินผล นักเรียนจะสรุปและประเมินความรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการคิดอีกครั้ง

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะ รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ได้เน้นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม ทำให้สมาชิกภายในกลุ่ม

มีโอกาสอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นอย่างเต็มที่จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น ได้แก่ การคิดในขณะที่ทำการทดลอง และคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ ทั้งด้วยตนเองและครูเสนอแนะ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบนี้มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำการเชื่อมโยง คำถามที่ผู้สอนตั้งไว้ มีการตรวจสอบก่อนเข้าสู่เนื้อหากิจกรรมของขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปได้อย่างดี ก่อนที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนควรมีการตั้งคำถามไว้ ตลอดจนมีการเร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและช่วยกันวางแผนต่อว่าจากคำถามนั้นควรมี การสืบค้นหาข้อมูลหรือต้องทราบข้อมูลอะไรเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้แก้ปัญหาหรือ หาคำตอบด้วยตนเอง

3. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับดี โดยภาพรวมนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ทั้ง 5 ด้าน ตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีววิทยา 2) ด้านความคิดเห็น โดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีววิทยา 3) ด้านความสนใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา 4) ด้านความนิยม ชมชอบต่อการเรียนวิชาชีววิทยา และ 5) ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรม ในการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งด้านแรกสอดคล้องกับชลาธร วิเชียรรัตน์ (2558, หน้า 113) ที่พบว่า ด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาเคมีมากที่สุด อาจเนื่องมาจาก นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการเรียนวิชาชีววิทยาทำให้น่าไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูงได้มีจิตสำนึกในการดูแล และรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อมเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมมากขึ้นนั่น คือ มีจิตสำนึกในการรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม เพราะนักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเขียนและทำโครงการเกี่ยวกับการดูแลรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม ในโรงเรียน เช่น การเปิด-ปิดไฟ, การเปิด-ปิดน้ำ, การดูแลรดน้ำต้นไม้, การจัดการขยะ ในลำดับต่อมา คือ ความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปต่อการเรียนวิชาชีววิทยา อาจเนื่องจากนักเรียนคิดว่าวิชาชีววิทยา เป็นวิชาที่น่าสนใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกและ มีความสุขทำให้รู้วิธีการดูแลรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผู้สอนใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ชื่อว่า SONGSERM Model ที่ทำให้ผู้เรียนได้เปิดโอกาสลงมือปฏิบัติ ร่วมคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และคิดอย่างมีวิจารณญาณ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานเป็นกลุ่ม จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนพร้อมที่จะส่งเสริมต่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ สนใจที่จะเรียนรู้ร่วมกันทำกิจกรรม สอดคล้องกับ Bruner (n.d. อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2550, หน้า 214) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด และยังช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง จากการหาความรู้และทำการทดลองด้วยตนเอง

โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและข้อสงสัยในบางเนื้อหาที่เข้าใจยาก ร่องลงมาคือ ด้านความสนใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งนักเรียนชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านชีววิทยาและคิดว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่น่าสนใจศึกษามีประโยชน์ ได้รับความรู้ที่นำไปใช้ได้จริง และน่าจะมีการศึกษาต่อ น้อยลงมา คือ นักเรียนชอบหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชีววิทยาและพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาอยู่เสมอ ชอบไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับชีววิทยาและมักนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีส่วนร่วมในการทำการทดลองทางชีววิทยารวมทั้งการอภิปรายและตอบคำถามในห้องเรียนวิชาชีววิทยาและค้นคว้าเพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาญริย์ สมองดี (2556, หน้า 90) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการดำเนินการปรากฏว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหาได้ จึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอนวิชาต่าง ๆ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปทดลองใช้
2. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ ผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ก่อนที่จะนำไปใช้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการนำรูปแบบนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ต่อไป
3. จากการจัดกิจกรรมในชั้นกระบวนการกลุ่ม เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมการทดลองมีอย่างจำกัด จึงอาจปรับการทดลองการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่เป็นหลัก ๆ และมีการวิเคราะห์ที่มีความสำคัญรองลงมาสัก 2 ค่า ก็ได้ ครูจะต้องมีความรู้ที่จะอธิบายเพิ่มเติมในชั้นขยายความรู้ส่วนชั้นให้คิดต่อเป็นขั้นที่สำคัญอาจจะมีการซักถามเพิ่มเติมจากนักเรียน ดังนั้น การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้สอนจึงควรแนะนำผู้เรียนให้มีการฝึกทักษะการแปลความหมายของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มหาวิทยาลัยตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม หรือศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือการคิดแก้ปัญหา โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ฯลฯ

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้องทั้งกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิ่งเพชร ส่องเสริม. (2552). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรวมแบบคละชั้นที่มีเด็กที่มีความต้องการพิเศษในโรงเรียนประถมศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กุนฑริ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2550). *ศุดยอควิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่อการจัดการเรียนรู้ของครุยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงกลยุทธ์*. กรุงเทพฯ: ชักเชส มิเดีย.
- ฉันท ชาติทอง. (2554). *สอนคิด: การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- งานทะเบียนวัดผล โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2557). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประจำปีการศึกษา 2557*. ใน *รายงานผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เอกสารหมายเลข 2/2557*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- งานทะเบียนวัดผล โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประจำปีการศึกษา 2558*. ใน *รายงานผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษา เอกสารหมายเลข 5/2558*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- จรรยา ภูสีฤทธิ. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, สุวิมล เขี้ยวแก้ว และสุรชัย มีชาญ. (2549, มกราคม-มิถุนายน). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิจารณ์ญาณต่อความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 17(1), 37-56.
- จิระ ดีช่วย. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุยฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เฉลิมพล ตามเมืองปัก. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน(PBL). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตนิลยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุยฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชลาธร วิเชียรรัตน์. (2558). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: วีพริ้นท์ (1991).
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลียงเชียง.
- เชิดชาย ช่วยสุวรรณ. (2547). การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสุพรรณบุรี. ปริญญาบัตรการศึกษาคุยฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ทิตนา แวมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แวมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: ค่านสุทธาการพิมพ์.
- เทียนทอง ดิรัถยา. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรคินิยมของ Underhill*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธัญญรีย์ สมองดี. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีรดีร์ บันเทิง. (2555). *การประเมินผลทักษะของนักเรียนในระดับนานาชาติ PISA 2012*. เข้าถึงได้จาก <http://blog.eduzone.com/tonsungsook/120382>
- นงนาฏ วงศ์คำ, ดวงเดือน พินสุวรรณ และนวลจิตต์ เขาว์กิตติพงศ์. (2555). *ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ แบบ 7 อี ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่*. ใน *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: B and B Publishing.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2553). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปทุมรัตน์ อวูโสสกุล. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ประณัฐ กิจรุ่งเรือง. (2553). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทางศาสตร์การเรียนรู้ การสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา วิชาชีวเคมี. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- ประภัสสร สารธนะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ประมวณ ศิริพันธ์แก้ว. (2541). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้. วารสาร สสวท., 26, 8-10.
- ปราสาท เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2551). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปิยะพงษ์ ไสยโสภณ. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม หมวดวิชา พัฒนาทักษะชีวิต 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อเสริมสร้าง ทักษะชีวิตสำหรับนักเรียนนอกโรงเรียนในเขตพื้นที่สถานวัยหนุ่มกลาง. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรรณี เกษกมล. (2558). สร้างความคิดให้เทียบคมด้วยการคิดอย่างเทียบแหลม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2550). จิตวิทยาการเรียนการสอน. นนทบุรี: เกรท เอ็ดดูเคชั่น.
- พวงพะยอม ชิดทอง. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสำหรับ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิเคราะห์วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮาส์ ออฟเคอร์มีสท์
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาวี ยินดีสุข. (2559). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิรุณพรรณ พลमुख. (2550). *ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาเคมี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2549). *วิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เทียมฟ้าการพิมพ์.
- เพชรรัชต์ แก้วสุวรรณ. (2556). *เอกสารประกอบการอบรม: การคิดและการประเมินความสามารถด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานูรกิจ. (2537). *การพัฒนา รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา วิชาชีวการุ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2558). *ศาสตร์การคิด: รวบรวมความเรื่องการคิดและการสอนคิด*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- แมน เชื้อบางแก้ว. (2556). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติทางวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์การศึกษา ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชณี อุคทา. (2552). *การส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปางสัก จังหวัดเชียงใหม่*. การค้นคว้าแบบอิสระคณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ:
 นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- ลักขณา สรีวัฒน์. (2549). *การคิด Thinking*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลและการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541, เมษายน-มิถุนายน). ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism).
วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 45(101), 7-12.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์: สำหรับครู*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2552). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการจัดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียน
 เป็นสำคัญ*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วาสนา ภูสีดิน. (2552). *การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาระท้องถิ่นของเรา
 สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุณูปกตบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยี
 ทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชุดา คำดี. (2553). ผลการใช้หลักสูตรบูรณาการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 เรื่อง ท้องถิ่นของเรา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม*,
 6(2), 57-66.
- ศักดิ์ศรี ปาณะกุล, นิรมล ศตวุฒิ และระวีวรรณ ศรีศรีรามครัน. (2556). *หลักสูตรและการจัด
 การเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). *การทดสอบวิชาสามัญ 7 วิชา
 ปีการศึกษา 2557*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้
 กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
 กระบวนการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. เข้าถึงได้จาก
[http://www.biology ipst.ac.th](http://www.biology.ipst.ac.th)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). *เอกสารประกอบการเผยแพร่
 ขยายผลและอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry cycle*.
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- สถาปนา เกษมศิลป์. (2546). *การเปรียบเทียบและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมนึก กัททิษณี. (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กอปกินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก กัททิษณี. (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กอปกินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์, กัญญา สุภศิริรักษ์ และกมลรัตน์ อนันปัญญสุทธิ. (2549). *นวัตกรรม การศึกษา เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นการคิดระดับสูง: กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational research) (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. ชลบุรี: กองบริการการศึกษา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สันต์ เพ็ชรดวงษ์. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบนิเวศความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสตอรีไลน์และการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาภาควิชาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สาวิตรี บุญเชื่อม. (2551). *การใช้กิจกรรมเสริมการอ่านเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยา การศึกษาและการแนะแนว, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สายสุนีย์ เทพสุขเอี่ยม. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นพบโดยใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารตามแนวคิดการมีส่วนร่วมของชุมชนนักปฏิบัติและชุมชน แห่งการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 และการมี ส่วนร่วมของชุมชน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและ สื่อสารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สิทธิพล อาจอินทร์. (2554, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ. วารสารหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2(1), 12-21.
- สุกมมาลัย แสงกล้า. (2551). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์
 และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 แบบกระตือรือร้นกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุคนธ์ สิ้นทพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สิ้นทพานนท์. (2552). พัฒนาทักษะ
 การคิด...พิชิตการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลี้ยงเชียง.
- สุธารพิงค์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).
 วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุธี ศรศักดิ์. (2552). ผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิค
 การรู้คิดและการเรียนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา,
 บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุมาลี กาญจนชาติ. (2543). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมลักษณะของนักเรียน
 ระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตร
 ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรไกร หานะกุล. (2552). การเปรียบเทียบผลการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
 ด้วยโปรแกรมบทเรียนกับการเรียนปกติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ
 ความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. วิทยานิพนธ์
 การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
 มหาสารคาม.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2550). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ครบเครื่องเรื่องการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ วงษาไฮ. (2532). *การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2531*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2549). *แนวทางการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์*. ใน *เอกสารแนวทางการดำเนินงานปฏิรูปการเรียนการสอน ตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2549 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน”*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *รายงานการวิจัยเรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โตรัจจ์ แส่นคำ. (2555). *การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน ที่มีระดับการสืบเสาะต่างกันกับผู้เรียนที่มีกลุ่มพหุปัญญาต่างกันที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2554). *พื้นฐานสิ่งแวดล้อมศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อดุลย์ ไพรสมณ์. (2552). *การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนตามแนวคิด Backward design กับการเรียนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อเนก พ.อนุกุลบุตร และแสงเดือน เถาว์เพชร. (2554). *สอนให้คิดเป็น: Teach to think*. กรุงเทพฯ: อีดีเอส.
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2540). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อารยา ช่ออั้งชัย. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). *คิดอย่างสร้างสรรค์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.
- อุบล อรรคแสง. (2553). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้*. รายงานการศึกษาอิสระศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุษณีย์ อนุรุทวงศ์. (2556). *ทักษะความคิด: พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพฯ: อินทนนท์.
- Allport, G. W. (1935). *Attitudes*. New York: Clark University.
- Amer, A. (2005). *Analytical thinking, Cairo: Center for advancement of postgraduate studies and research in engineering sciences, Faculty of Engineering, Cario University (CAPSCU)*. Retrieved from http://www.pathways.cu.edu.eg/subpages/training_courses/C10-1%20Analytical%20Thinking.pdf
- Anderson, H. O. (1997). *Teaching science as inquiry*. Indiana: Indiana University.
- Arends, R. I. (1997). *Classroom instruction and management*. New York: The McGraw Hill.
- Ary, K. D., Jacobs, L. C., Razavieh, A., & Sorensen, C. (2006). *Introduction to research in education*. Australia: Thomson Wadsworth.
- Bailey, K. D. (2002). *The effects of learning strategies on student interaction and student satisfaction*. Doctoral dissertation, University of Pennsylvania State, Pennsylvania.
- Biggs, J. B., & Moore, P. J. (1993). *Process of learning* (3rd ed.). Sydney: Prentice Hall.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Frust, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1972). *Taxonomy of educational objectives: Handbook 1 cognitive domain* (7th ed.). New York: David Mckay.
- Bourne, L. E., Bruce, R. E., & Domnoski, R. L. (1971). *The psychology of thinking*. New Jersey: Prentice Hall.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *The Case for constructivist classrooms*. New Jersey: Prentice Hall.

- Bruner, J. S. (1966). *Studies in cognitive growth: A Collaboration at the center for cognitive studies*. New York: John Wiley and Son.
- Bruner, J. S. (1969). *The process of education*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. K. (2010). *Science instruction in the middle and secondary schools* (7th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Clark, A. (2000). *Introduction to instructional system design*. Retrieved from <http://www.nwlink.com/donclark/hrd/sat1.html>.
- Creswell, W. J. (2003). *Research design* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: D. C. Heath.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). Constructivist approach to curriculum development in science. *Science Education*.
- Dressel, P. L., & Mayhew, L. B. (1957). *General education: Explorations in evaluation* (2nd ed.). Washington, D.C.: American Council on Education.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction* (4th ed.). New York: Longman.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2001). *Strategies and models for teachers: Teaching content and thinking skills*. Boston: Allyn & Bacon.
- Engelhart, M. D. (1972). *Methods of educational research*. Chicago: Rand McNally.
- Ennis, R. S. (1985). A logical basic for measuring critical thinking skills. *Education Leadership*, 5, 45-48.
- Fosnot, C. L. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivist: Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Gagne', R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction* (4th ed.). New York: CBS College.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction* (6th ed.). New York: Longman.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Book.

- Greetham, B. (2010). *Thinking skills for professionals*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Mintz, S. L. (2007). *Instruction A models approach* (5th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Gustafon, K. L., & Branch, R. M. (2002). *Survey of instructional development models* (4th ed.). New York: Eric Clearinghouse on Information & Technology.
- Hassard, J. (1999). *Science as inquiry*. NJ, USA: Good Year Books.
- Hergenhahn, B. R., & Olson, M. H. (2005). *An introduction to theories of learning* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Jackson, P. W. (1992). *Handbook of research on curriculum A project of the American educational research association*. London: Simon & Schuster and Prentice Hall International.
- Jonassen, D. H. (1992). *Evaluating constructivist learning*. In T. M. Duffy (Ed.), *Constructivism and technology of instruction* (pp. 138-139). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Models of teaching* (5th ed.). Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching* (7th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Kemp, J. E. (1985). *The instructional design process*. New York: Harper and Row.
- Lasley, T. J., Matczynski, T. J., & Rowley, J. B. (2002). *Instructional models: Strategies for teaching in a diverse society* (2nd ed.). Australia: Wadsworth.
- Lall, G. R., & Lall, B. M. (1983). *Ways children learn*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Lorsbach, A.W., & Tobin, K. (2003). *Constructivism as a referent for science teaching*. Retrieved from <http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/research/constructivism.html>
- Marzano, R. J. (2007). *Designing a New Taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Mcmillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence-based inquiry* (6th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Morrison, G. S. (2001). *Fundamentals of early childhood education*. Newart, NJ: Merrill.
- Murphy, E. (1997). *Constructivist: Philosophy to practice*. Retrieved from <http://www.stemnet.nf.ca>.

- Nuangchalerm, P. (2009). Cognitive development, analytical thinking and learning satisfaction of second grade students learned through inquiry-based learning. *Asian Social Science*, 5(10), 82-87.
- Oliva, P. F. (2005). *Developing the curriculum* (6th ed.). Boston: Pearson Education.
- Piaget, J. (1972). *The origins of intelligence in children*. New York: International University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it A new aspect of math method*. Englewood Cliffs, NJ: Princenton University.
- Procter, P. (1984). *Longman dictionary of contemporary English* (4th ed.). England: The Pitman Press, Bath.
- Qing, Z., Ni, S., & Hong, T. (2010). Developing critical thinking disposition by task-based learning in chemistry experiment teaching. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4561-4570.
- Rovyneli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). On the use content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. In *Paper present at the annual meeting of the American educational research association 60th*. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED121485.pdf>
- Scriven, M., & Paul, R. (1992). *Critical thinking defined*. Conference, Atlanta, GA: Handout Given at Critical Thinking
- Shaver, K. G. (1977). *Principle of social psychology*. Massachusetts: Winthrop.
- Shortland, M., & Gregory, J. (1991). *Communicating science*. Hong Kong: Longman.
- Soden, R. (1994). *Teaching problem solving in vocational education*. New York: Routledge.
- Somer, R. B. (2005). *Putting down roots in environment literacy: A student of middle school students' participation in Louisiana sea grant's coastal rots project*. Retrieved from http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04142005-104733/unrestricted/Somers_thesis.pdf
- Tennyson, R. (2010). Historical reflection on learning theories and instructional design. *Contemporary Educational Technology*, 1(1), 1-18.
- Thurber, W. A., & Collete, A. T. (1964). *Teaching science in today's secondary schools*. (2nd ed.). Boston: Allyn & Bacon..
- Torrance, E. P., & Myers, R. E. (1972). *Creative learning and teaching*. New York: Dood, Mead.

- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21 century skills through scientific literacy and science process Skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 110-116
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1964). *Watson-Glaser critical thinking appraisal manual*. New York: Harcourt Brace and World.
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher*, 41(4), 16-18.
- Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model: Towards real reform in science education. *Science Teacher*, 58(6), 52-57.
- Zahoric, J. A. (1995). *Constructivist teaching (Fastback 390)*. Bloomington, Indiana: Phi Delta Kappa Education Foundation.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบและตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สม โภชน์ อเนกสุข ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐวัชร นำศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
3. ดร.สมศิริ สิงห์หลพ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
4. นางน้ำค้าง โตจินดา ศึกษานิเทศก์ ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
5. นายธนาบุตร จันทราเขต หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๑๐๖๙ วันที่ ๒๓ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข

ด้วยนายมนเทียร ส่งเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์




บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๑๐๖๗ วันที่ ๒๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์

ด้วยนายมนเทียร ส่งเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุष्ฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐุ์ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๑๐๖๗ วันที่ ๒๖ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ดร.สมศิริ สิงห์ลพ

ด้วยนายมณฑิเยร์ ส่งเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุซมิบัณฑิต
 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา
 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและคิดปัญหา
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา
 ทองสอน ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้
 คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ
 อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยบูรณ์ ชิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๐๖๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๑ ตุลาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางน้ำค้าง ไตจินดา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายมณฑิธร สงเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและคิดปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๖-๑๕๕๔๔๖๙



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๐๖๙๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๖ ตุลาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายธนายุต จันทราเขต

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายมณฑิยา ส่งเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขุภักดิ์บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๖-๑๕๕๔๔๖๙



ที่ ศธ ๖๒๑๘/๑๕๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายมนเทียร สงเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำดุขฎินิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ ชิววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน
ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๑๕ และ ม. ๖/๑๖ ระหว่างวันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙
ถึงวันที่ ๑๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการ
วิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๖-๑๕๕๔๔๖๙



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๑๕๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายมณฑิเร ส่งเสริม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุขฎฐิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำดุขฎฐินิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ ชีววิทยา เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๑๕, ม.๖/๑๖ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยฐิ์ สิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๒๐๖๙, ๐๓๘-๑๐๒๐๖๙

โทรสาร ๐๓๘-๓๙๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๖-๑๕๕๔๔๖๙

ภาคผนวก ข

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ
และคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดว่า ในการพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา ใช้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ศึกษาข้อมูล และเนื้อหาสาระต่าง ๆ คิดขั้นสูง และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอผลของตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา สนับสนุนด้านข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ ให้ความสะดวกแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมและมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน เป็นการสร้างบรรยากาศให้แก่ผู้เรียน สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาได้

ทฤษฎีของรูปแบบ

ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาเป็นแนวคิดของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งมีการพัฒนาการไปตามวัยต่างๆเป็นลำดับขั้น แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมการพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าจะสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติมีการพัฒนาไปตามวัยต่าง ๆ ตามลำดับขั้น และนักเรียนแต่ละคนมีอัตราพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ในขั้นการคิดแบบนามธรรมให้ผู้เรียนคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิดและสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบให้มีศักยภาพมากที่สุด (Lall & Lall, 1983 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2545, หน้า 64-65)

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นแนวคิดในการสร้างองค์ความรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดทักษะแก้ปัญหาและการตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคล ในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้ง โครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้

ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่าคนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่า โลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้น เพราะโลกของใครก็เป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด (Jonassen, 1992, p. 137) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาบ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น แสวงหา สืบตรวจตรวจสอบ และค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยวิธีการของตนจนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงสามารถเป็นองค์ความรู้ และเก็บข้อมูลในสมองได้ยาวนาน

หลักการของรูปแบบ

จากแนวคิดและทฤษฎีของรูปแบบ นำมาเป็นหลักการในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีสาระสำคัญที่ยึดถือเป็นแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. มีการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ โดยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม และรับรู้วัตถุประสงค์ในเรื่องที่จะศึกษา
2. ส่งเสริมการแก้ปัญหา ทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่ยากอย่างลึกซึ้ง ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย การเรียนรู้ของตนเองให้นักเรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อน ทักษะและความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
3. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือเป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น คือ การเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่ หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมที่ตนมีอยู่
4. มีการฝึกฝนการคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้มีการประเมินผลการเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใดมีการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning)

ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา
เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง
และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ เป็นการช่วยให้ผู้เรียน
ดึงข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในความจำเพื่อนำใช้งานซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน
เกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

2. ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียน (Objective)

การแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ขอบข่าย
ในเนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้รับ

3. ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge)

ผู้สอนควรจัดบทเรียนให้ผู้เรียนเห็นในลักษณะสำคัญของสิ่งต่าง ๆ อย่างชัดเจน
เพื่อความสะดวกในการรับรู้ของผู้เรียน การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing)

ขั้นนี้มีการวางแผนกำหนดแนวทาง ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนด
ทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ
วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนามกิจกรรมกลุ่ม
การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระ
ที่เรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing)

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลองแล้ว
จึงนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป
หรือรูปภาพ สร้างตาราง ฯลฯ โดยการนำมาอภิปรายร่วมกัน

6. ขยายความรู้ (Expansion)

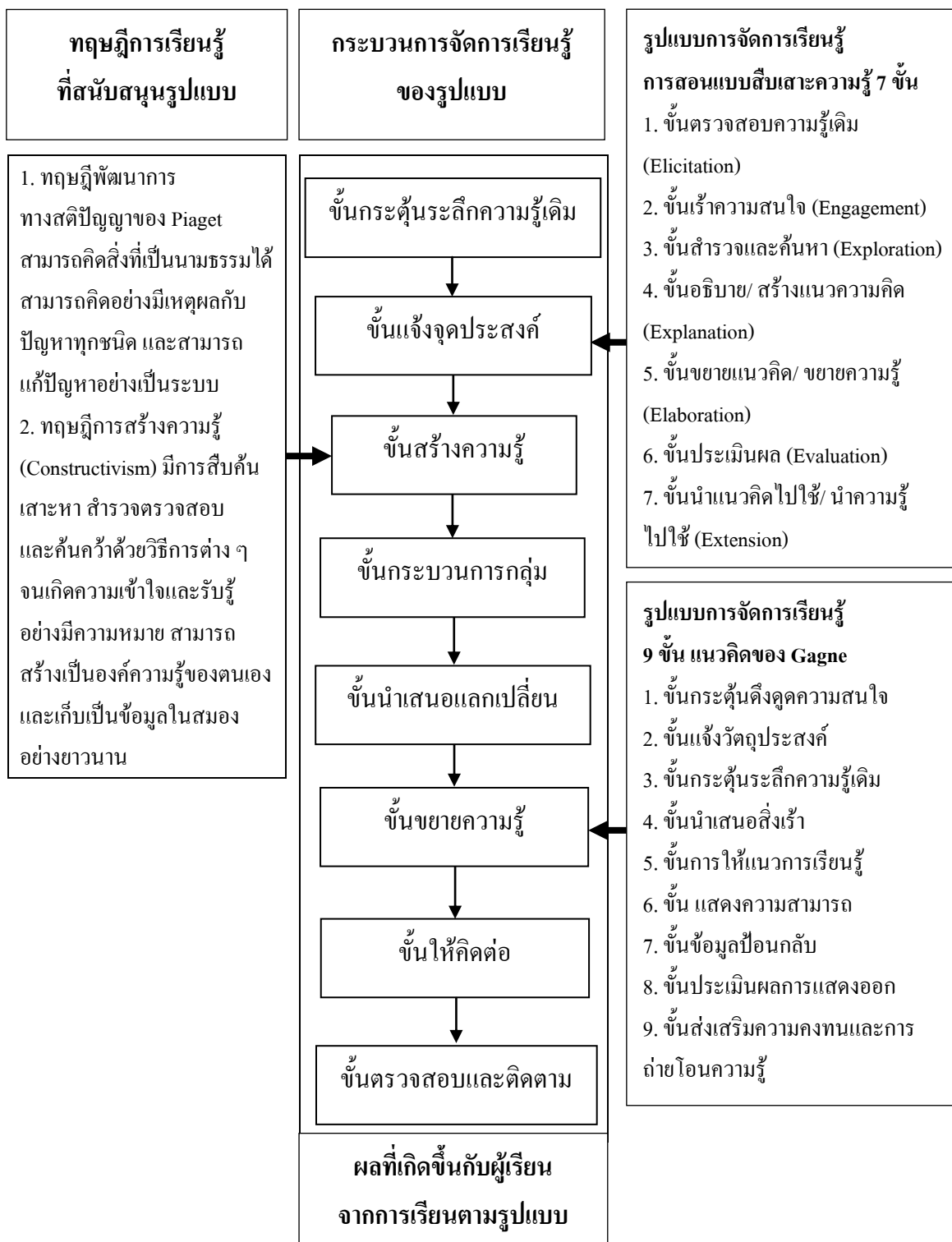
เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้สึกได้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางขึ้น

7. ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูมีการเตรียมสถานการณ์และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” ได้มีการฝึกฝนการคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

8. ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring)

ขั้นนี้เป็นขั้นประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ การประเมินผลการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใดมีการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบและผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนตามรูปแบบ

ข้อเสนอแนะและการเตรียมตัวในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มหาวิทยาลัยเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีข้อเสนอแนะและการเตรียมตัวในการใช้ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ และผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

3. วิเคราะห์หลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ เพื่อนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

4. ศึกษาสาระการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ในการตั้งคำถามให้ผู้เรียน และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

5. ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องทำการทดลองผู้เรียนจะต้องนำเทคนิคเบื้องต้นในปฏิบัติการมาใช้ในการปฏิบัติการทดลอง ในแต่ละการทดลองครูผู้สอนจะต้องมีการเตรียมตัวฝึกเทคนิคเบื้องต้นในปฏิบัติการและลองทำการทดลองล่วงหน้าเพื่อหาข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการทำการทดลองขณะทำการสอนด้วย สำหรับสารเคมีและอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ผู้สอนควรเตรียมให้เรียบร้อย

6. ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรมีการปฏิบัติ ดังนี้

6.1 ให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ สังเกตสิ่งต่างๆ และทำการทดลองต่างๆ ด้วยตนเอง

6.2 คอยให้กำลังใจและเสริมแรงกับผู้เรียน ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จ

เท่าที่ควร

6.3 ยอมรับและชื่นชมผลงานของผู้เรียนอย่างมีเหตุผล

6.4 อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนในหัวข้อที่สงสัย

6.5 ให้ผู้เรียนทำการทดลองที่มอบหมายโดยอิสระ ไม่กำหนดรูปแบบสำหรับงานที่ให้ผู้เรียนคิดเอง

6.6 ต้องมีความมั่นใจในการสอน การใช้คำถามและอุปกรณ์การสอนอย่างคล่องแคล่ว มีการเตรียมตัวและเตรียมการสอนที่ดี

7. ครูคอยดูแลและส่งเสริมในบทบาทของผู้เรียน ดังนี้

7.1 กำหนดเป้าหมาย วางแผนและรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

7.2 แสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ ตั้งเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

7.3 ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

7.4 มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

7.5 ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

ภาคผนวก ค

- แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิทยาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิทยา
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่วิทยาลัยเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบโดยทำเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

| รายการประเมินรูปแบบ | ความเหมาะสม | | | | |
|--|-------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1. ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ | | | | | |
| 2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ | | | | | |
| 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ | | | | | |
| 3.1 ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | | | | | |
| 3.2 ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | | | | | |
| 3.3 ขั้นสร้างความรู้ | | | | | |
| 3.4 ขั้นกระบวนการกลุ่ม | | | | | |
| 3.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | | | | | |
| 3.6 ขั้นขยายความรู้ | | | | | |
| 3.7 ขั้นสอนให้คิดต่อ | | | | | |
| 3.8 ขั้นตรวจสอบและติดตาม | | | | | |
| 4. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียน ตามรูปแบบ | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

คำชี้แจง ขอให้ท่านพิจารณาความเป็นไปได้ของรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

| แผนการจัด การเรียนรู้ที่ | รายการประเมิน | ความเห็น | | |
|-----------------------------|---|----------|---|----|
| | | 1 | 0 | -1 |
| | สาระสำคัญ | | | |
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| | สาระการเรียนรู้ | | | |
| | กระบวนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| | ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (Stimulus recall of prior learning) | | | |
| | ขั้นแจ้งจุดประสงค์ (Objectives) | | | |
| | ขั้นสร้างความรู้ (Native knowledge) | | | |
| | ขั้นกระบวนการกลุ่ม (Group processing) | | | |
| | ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) | | | |
| | ขั้นขยายความรู้ (Expansion) | | | |
| | ขั้นสอนให้คิดต่อ (Re-educate) | | | |
| | ขั้นตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) | | | |
| | สื่อการเรียนรู้ | | | |
| | การวัดผลประเมินผล | | | |
| | แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน | | | |
| | แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | | | |
| | ใบงาน | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

- แบบวัดการคิดวิเคราะห์
- แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- แบบวัดการคิดแก้ปัญหา
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559
เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

.....

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ● ลงในกระดาษคำตอบ
2. ไม่อนุญาติให้นักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่

สถานการณ์ที่ 1

สารเคมีที่ใช้ในการซักล้างทำความสะอาด หรือสารซักฟอกส่วนใหญ่จะมีสารฟอสเฟต เป็นองค์ประกอบ เมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำก็จะกลายเป็นธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชน้ำทำให้อาหารและพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนแพร่กระจายปกคลุมผิวน้ำทำให้แสงสว่างไม่สามารถส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง เมื่ออาหารและพืชน้ำเหล่านี้ตายลงจะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ เมื่อออกซิเจนกลุ่มที่มีอยู่ในน้ำหมดไป จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายแทน ทำให้น้ำเกิดการเน่าเสีย ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)

1. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใดเป็นสำคัญ

ก. สารประกอบในผงซักฟอก

ข. ข้อเสียของการใช้สารเคมีในการซักล้าง

ค. การเกิดยูโทรฟิเคชัน

ง. ข้อดีของการใช้สารเคมีในการซักล้าง

2. จากบทความข้างต้นควรเชื่อว่าอะไร

ก. ยูโทรฟิเคชัน

ข. ประโยชน์ของสารซักฟอก

ค. ปัญหาของสารฟอสเฟต

ง. การเจริญเติบโตของสาหร่าย

3. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวไม่ถูกต้องจากบทความข้างต้น

ก. สารฟอสเฟตมีผลทำให้อาหารและพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

ข. ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันทำให้น้ำเน่าเสีย

ค. การไม่มีแสงสว่างทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลง

ง. การไม่มีแสงสว่างทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 2

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ นอกเหนือจากการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันแล้ว น้ำยังมีบทบาทสูงในการรังสรรค์อารยธรรมความมั่นคงและมั่งคั่งของสังคมมนุษยชาติได้ประโยชน์มหาศาลจากทรัพยากรน้ำมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันปัญหาขาดแคลนน้ำและการเกิดมลพิษทางน้ำ ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ เนื่องจากผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ขาดความรู้และจิตสำนึกการรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ สถานการณ์ของทรัพยากรน้ำอาจเกิดปัญหาวิกฤต โดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำเนื่องจากแนวโน้มภัยแล้ง คุณภาพน้ำลดลง การใช้น้ำฟุ่มเฟือยในด้านเกษตรและอุตสาหกรรมต่าง ๆ

4. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของมลพิษทางน้ำ
- น้ำที่มีสีผิดปกติ
 - น้ำที่มีอุณหภูมิสูงผิดปกติ
 - สิ่งมีชีวิตในน้ำเติบโตผิดปกติ
 - น้ำมีกลิ่นเหม็น
5. ปัญหาทางน้ำที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเกิดจากข้อใด
- การทิ้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
 - อุจจาระลงแหล่งน้ำ
 - ซักผ้าในแหล่งน้ำ
 - ตกปลาในแหล่งน้ำ
6. มลพิษทางน้ำส่งผลกระทบต่อบุคคลพวกใดมากที่สุด
- ชาวประมง
 - นักเรียน
 - นักการเมือง
 - แม่ค้า

สถานการณ์ที่ 3

ทะเลหลวงเป็นแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่เป็นทะเลตอนในของทะเลสาบสงขลา คุณภาพน้ำบริเวณนี้มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง เนื่องจากรับน้ำทิ้งที่ไม่ได้บำบัดจากแหล่งเกษตรกรรม เช่น ฟาร์มเลี้ยงสุกร ทำให้น้ำมีสีเขียวมีออกซิเจนในน้ำสูง 10 mg/l ในตอนกลางวัน แต่ช่วงเช้ามืดมีออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 3 mg/l มักพบปลาตาย ส่วนทะเลสาบตอนกลางคืนมีออกซิเจนในน้ำ 5-7 mg/l สำหรับทะเลสาบตอนนอก มีค่าออกซิเจนในน้ำดีกว่า แต่บางจุด เช่น รอบ ๆ เกาะขอมมีออกซิเจนในน้ำ 1-3 mg/l เนื่องจากระดับน้ำค่อนข้างตื้นและมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่หลายโรง

7. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใดเป็นสำคัญ
- ภูมิประเทศของทะเลสาบสงขลา
 - พื้นที่เกษตรกรรมของทะเลสาบสงขลา
 - คุณภาพน้ำของทะเลสาบสงขลา
 - การบำบัดน้ำของทะเลสาบสงขลา

8. ข้อใดเรียงลำดับค่า DO ในทะเลสาบสงขลาในภาวะปกติจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง

- ก. ทะเลนอก ทะเลใน ทะเลกลาง
- ข. ทะเลนอก ทะเลกลาง ทะเลใน
- ค. ทะเลใน ทะเลกลาง ทะเลนอก
- ง. ทะเลใน ทะเลนอก ทะเลกลาง

9. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง จากสถานการณ์นี้

- ก. แหล่งน้ำเค็มจะอยู่บริเวณทะเลตอนนอก
- ข. มวลน้ำภายในสามารถเข้าออกจากทะเลสาบได้ง่าย
- ค. ความเค็มของน้ำในทะเลสาบตอนนอกมีมากที่สุด
- ง. ถ้ามีโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณใดจะทำให้คุณภาพน้ำต่ำลง

สถานการณ์ที่ 4

สารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชถูกออกแบบมาให้ใช้ เพื่อกำจัดแมลงกำจัดวัชพืชหรือกำจัดเชื้อรา ซึ่งเรียกกลุ่มสารเคมีนี้โดยรวมว่ายาฆ่าแมลง ผลกระทบจากการสูดดมยาฆ่าแมลงมีมากกว่าการดูดซึมทางผิวหนังหรือการทานเข้า การศึกษา พบว่ายาฆ่าแมลงสามารถหลุดลอดเข้าไปในแหล่งน้ำใต้ดินซึ่งอยู่ลึกลงไปได้ ทำให้การใช้น้ำบาดาลในปัจจุบันไม่มีความปลอดภัย ผลจากการได้รับยาฆ่าแมลง คือเป็น โรคมะเร็ง โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว พันธุกรรมบกพร่อง เป็นหมัน ตับถูกทำลาย โรคผิดปกติของต่อมไทรอยด์ โรคเบาหวาน โรคไต ระบบประสาทถูกทำลาย การลดจำนวนสเปิร์มในเพศชาย โรคภูมิแพ้ และ โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง เด็ก ๆ มักจะได้รับผลกระทบจากโรคเหล่านี้อย่างมาก รวมถึงการเกิดความคิดผิดปกติในเรื่องพฤติกรรม เด็กที่อยู่ในบ้านที่ใช้ยาฆ่าแมลงเป็นประจำพบว่ามีความเสี่ยงที่จะเป็น โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวมากกว่าเด็กปกติ 6.5 เท่า

10. ข้อความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใดบ้าง

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. ผลกระทบต่อสุขภาพ | 2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม |
| 3. แนวทางการแก้ไขปัญหา | 4. ความหมายยาฆ่าแมลง |

- | | | | |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| ก. 1, 3 | ข. 1, 2 และ 3 | ค. 1, 2 และ 4 | ง. 2, 3 และ 4 |
|---------|---------------|---------------|---------------|

11. ข้อใดจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ได้ถูกต้อง มากที่สุด

- ก. พ่นยาฆ่าแมลง > ชีวมลงสู่ชั้นใต้ดิน > ผสมน้ำบาดาล > คนบริโภคร > ป่วย
- ข. พ่นยาฆ่าแมลง > นกกินแมลงที่ตายจากยาฆ่าแมลง > นกตาย
- ค. พ่นยาฆ่าแมลง > เด็กวิ่งเล่นเหนือลม > เด็ก ๆ สูดดมยาฆ่าแมลง > ป่วย
- ง. พ่นยาฆ่าแมลง > ชีวมลงสู่ชั้นใต้ดิน > ผสมน้ำบาดาล > คนบริโภคร > ป่วย

12. จากบทความวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยคืออะไร

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| ก. สำนึกถึงการฆ่าสัตว์ ตัดชีวิต | ข. แนะนำวิธีการกำจัดยาฆ่าแมลง |
| ค. ตระหนักถึงผลเสียของยาฆ่าแมลง | ง. แนะนำการใช้ยาฆ่าแมลงที่ถูกต้อง |

สถานการณ์ที่ 5

การปลูกพืชชนิดเดียวกันพร้อมกันซ้ำซาก โดยใช้ดินเดิมจะทำให้เกิดดินจืด และปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง เป็นการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการเอื้อต่อการระเบิดต่อพืชและศัตรูพืชอีกด้วย การปลูกพืชหมุนเวียนในพื้นที่แปลงเดียวจะช่วยลดปัญหาการเสื่อมโทรมของดินและศัตรูพืชด้วย เช่น หลังการเก็บเกี่ยวพืชผลผลิตหนึ่งแล้ว ควรสลับกับการปลูกพืชวงศ์ถั่ว ซึ่งเป็นพวกพืชอายุสั้น รากถั่วมีแบคทีเรียพวกไรโซเบียม ซึ่งสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนได้ ให้แก่ดินด้วยการมีช่องว่างให้อากาศแทรกระหว่างอนุภาคดินและยังช่วยลดการสูญเสียน้ำดินลง

13. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใดเป็นสำคัญ

- ก. การเลือกใช้ประโยชน์จากที่ดินให้เหมาะสม
- ข. วิธีการปรับปรุงบำรุงดินเค็ม
- ค. การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน
- ง. การป้องกันการพังทลายของหน้าดิน

14. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับบทความข้างต้น **มากที่สุด**

- ก. การปลูกพืชวงศ์ถั่วชนิดเดียวเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน
- ข. การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการลดปริมาณธาตุอาหารของดิน
- ค. การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการเพิ่มปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน
- ง. การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

15. จากบทความวัตถุประสงค์ของผู้เขียนคืออะไร

- ก. รู้จักการแก้ปัญหาจากกรณีดินเค็ม
- ข. ให้ตระหนักถึงการพังทลายของดิน
- ค. รู้จักการแก้ปัญหาจากกรณีดินขาดแร่ธาตุ
- ง. ตระหนักถึงการปลูกพืชคลุมดิน เช่น หญ้าแฝก

สถานการณ์ที่ 6

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่นแก๊สมีเทน เกิดจากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ ซากพืช ซากสัตว์และพบได้ในแก๊สธรรมชาติที่เป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น จากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง การเผาไหม้ถ่านหิน การระเหยของน้ำมันปิโตรเลียม การระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ออกมาทางท่อไอเสียที่เรียกว่า ควันขาว ไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดเป็นหมอกควัน เมื่อมนุษย์สูดสารพิษชนิดนี้เข้าไป ทำให้เกิดการวิงเวียนศีรษะ เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นมะเร็งปอดได้

16. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใด

- ก. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- ข. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
- ค. ที่มาและผลกระทบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ง. ผลกระทบต่อพืชจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

17. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับบทความข้างต้น มากที่สุด

- ก. ทำให้พืชมีใบสีเหลืองไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- ข. ในสัตว์จะมีอาการระคายเคืองบริเวณผิวหนัง
- ค. เมื่อคนสูดดมเข้าไปจะเกิดการมีเนื้องอก หดสติทันที
- ง. เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ออกมาทางท่อไอเสียที่เรียกว่า ควันขาว

18. จากบทความวัตถุประสงค์ของผู้เขียนคืออะไร

- ก. เพื่อเป็นแนวทางลดเขม่าควันจากท่อไอเสียรถยนต์
- ข. เพื่อให้ทราบสาเหตุและผลจากสารที่ปนเปื้อนในอากาศ
- ค. เพื่อให้หาแนวทางการป้องกันการเกิดโรค
- ง. เพื่อให้ทราบปฏิกิริยาทางเคมีของมลสาร

สถานการณ์ที่ 7

ถ้าโอโซนในบรรยากาศมีปริมาณลดลง จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ ทำให้ตาเป็นต้อ ตาพร่ามัว เป็นมะเร็งที่ผิวหนัง ผิวหน้าเหี่ยวย่นก่อนวัย ผิวหนังไหม้เกรียม เนื่องจากได้รับรังสี UV ที่ส่งผ่านจากดวงอาทิตย์ผ่านช่องโหว่ของโอโซนมาสู่มนุษย์ บรรยากาศโลกร้อนขึ้นมีสาเหตุจากการใช้สาร CFC ทำให้โอโซนซึ่งเป็นตัวกรองรังสีต่าง ๆ แผ่มาถึงผิวโลกได้มากขึ้น ทำให้อากาศที่ผิวโลกร้อนขึ้น น้ำในมหาสมุทรขยายตัวทำให้เกิดน้ำท่วมทั่วไป น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น บรรยากาศของโลกจะแปรปรวน เกิดอุทกภัยทั่วไป บางแห่งแห้งแล้ง เกิดมหันตภัยทั่วโลก

19. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใด

- ก. ข้อดีของ โอโซนที่มีต่อมนุษย์
- ข. ผลกระทบของ โอโซนลดลงที่มีต่อมนุษย์
- ค. สาเหตุปริมาณ โอโซนในบรรยากาศลดลง
- ง. การจัดการและแนวทางในการไขมลพิษทางอากาศ

20. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับบทความข้างต้น **มากที่สุด**

- ก. ผู้คนจากโรงงานปูนซีเมนต์
- ข. คนวันจากการเผาไหม้
- ค. CFC จากอุตสาหกรรมตู้เย็น
- ง. CO₂จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

21. จากบทความวัตถุประสงค์ของผู้เขียนคืออะไร

- ก. โอโซนทำให้โลกร้อนขึ้น
- ข. โอโซนดูดซับรังสีอุลตราไวโอเล็ต
- ค. โอโซนทำลายสารในกลุ่มCFC
- ง. โอโซนทำลายคาร์บอนไดออกไซด์

เฉลยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ทรัพยากร น้ำ ดิน อากาศ จำนวน 21 ข้อ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 16. ค |
| 2. ก | 17. ง |
| 3. ง | 18. ข |
| 4. ค | 19. ข |
| 5. ก | 20. ค |
| 6. ก | 21. ข |
| 7. ค | |
| 8. ค | |
| 9. ข | |
| 10. ค | |
| 11.ก | |
| 12.ค | |
| 13. ข | |
| 14. ค | |
| 15. ก | |

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางชีววิทยา

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ● ลงในกระดาษคำตอบ

2. ไม่อนุญาตให้นักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

สถานการณ์ที่ 1

น้ำทิ้งจากโรงงานทั้ง 4 แห่ง มีการวัดค่าต่าง ๆ ได้ผลแสดงในตาราง

| โรงงานอุตสาหกรรม | BOD (มิลลิกรัม/ ลิตร) | DO (มิลลิกรัม/ ลิตร) | ชนิดของแพลงก์ตอนที่พบมาก |
|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| มีชัย | 97 | 2.2 | ไดโนแฟลกเจลเลต |
| นำโชค | 30 | 3.4 | พารามีเซียม |
| รุ่งเรือง | 87 | 1.1 | สาหร่ายยูกลีโนยด์ |
| กิจการค้า | 14 | 5.5 | สาหร่ายสีเขียว |

- จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นใด
 - คุณภาพน้ำของน้ำเสียที่ลงสู่แหล่งน้ำ
 - การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ
 - ขนาดของแหล่งน้ำต่อการเกิดมลพิษ
 - ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ละโรงงาน
- บริเวณใดที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดแพลงก์ตอนบลูมมากที่สุด
 - โรงงานอุตสาหกรรมมีชัย
 - โรงงานอุตสาหกรรมนำโชค
 - โรงงานอุตสาหกรรมรุ่งเรือง
 - โรงงานอุตสาหกรรมกิจการค้า
- จากตารางโรงงานอุตสาหกรรมใดที่มีการปรับปรุงเรื่องระบบกำจัดน้ำทิ้งที่ดีที่สุด เพราะเหตุใด
 - น้ำจากโรงงานรุ่งเรืองเพราะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ
 - น้ำจากโรงงานกิจการค้าเพราะมีปริมาณออกซิเจนสูง
 - น้ำจากโรงงานมีชัยและนำโชคเพราะมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกัน
 - น้ำจากโรงงานมีชัยเพราะมีค่า BOD สูง
- ปริมาณอินทรีย์สารของน้ำในบริเวณโรงงานใดมีปริมาณสารมากที่สุด
 - โรงงานอุตสาหกรรมมีชัย
 - โรงงานอุตสาหกรรมนำโชค
 - โรงงานอุตสาหกรรมรุ่งเรือง
 - โรงงานอุตสาหกรรมกิจการค้า

5. น้ำบริเวณโรงงานใดสามารถทำการประมงและการเกษตร

- ก. โรงงานอุตสาหกรรมมีชัยและนาโชค
- ข. โรงงานอุตสาหกรรมกิจการค้าและรุ่งเรือง
- ค. โรงงานอุตสาหกรรมรุ่งเรืองและมีชัย
- ง. โรงงานอุตสาหกรรมนาโชคและกิจการค้า

สถานการณ์ที่ 2

แหล่งน้ำจืดสองแห่งมีความแตกต่างกันดังนี้แหล่งที่ 1 เป็นแหล่งน้ำนิ่ง ความลึก 10 เมตร พื้นที่ผิว 2 ไร่ แหล่งที่ 2 เป็นแหล่งน้ำนิ่งเช่นกัน ความลึก 3 เมตร พื้นที่ผิว 1.2 ไร่ มีน้ำเสียสู่แหล่งน้ำทั้งสองพร้อม ๆ กัน โดยมีชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำทั้งสอง และปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำดังกล่าวด้วยปริมาณเท่าๆกัน ในบางปี มีข่าวเกี่ยวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Mirocystis aeruginosa* Kutz ที่สร้างสารพิษ Microcystin ซึ่งเป็นสารส่งเสริมการเกิดมะเร็งตับและภาวะตับอักเสบซึ่งเกิดในหลายแหล่งน้ำของประเทศ รวมทั้งแหล่งน้ำในภาคเหนือด้วยซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่รองรับจากชุมชน และมีแอมโมเนียมากเกินไป

6. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นปัญหาใด

- ก. พื้นที่ของการรับน้ำเสียที่ลงสู่แหล่งน้ำ
- ข. การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ
- ค. ขนาดของแหล่งน้ำต่อการเกิดมลพิษ
- ง. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ละแหล่งน้ำ

7. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ละแหล่งข้อใดถูก

- ก. แหล่งน้ำที่ 1 มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่า
- ข. แหล่งน้ำที่ 1 มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงกว่า
- ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ
- ง. ไม่สามารถสรุปได้

8. เหตุการณ์ในข้อใดจะเป็นจริงมากที่สุด

- ก. แหล่งน้ำทั้งสองจะค่อยๆเน่าเสียพร้อมๆกัน
- ข. แหล่งน้ำ 1 มีความลึกมากปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยจึงเน่าเสียมากกว่า
- ค. แหล่งน้ำ 2 มีปริมาณน้ำน้อยของเสียไหลลงแหล่งน้ำเข้มข้นมากจึงเน่าเสียมากกว่า
- ง. แหล่งน้ำทั้งสองไม่เน่าเสียเพราะมีแพลงก์ตอนพืชดูดซับของเสียตลอดเวลา

14. ข้อใด ผิด เมื่อกล่าวถึงดิน ข เมื่อเปรียบเทียบกับดิน ก

- ก. อุ้มน้ำได้ดี
- ข. เหมาะแก่การปลูกพืชมากกว่า
- ค. ปริมาณไนโตรเจนต่ำ
- ง. น่าจะมีไส้เดือนดินอาศัยอยู่

15. จากตารางนี้ควรสรุปว่าอย่างไร

- ก. ดิน ก และ ข อุ้มน้ำได้ดีเท่าๆกัน
- ข. ดิน ก เหมาะแก่การปลูกพืชมากกว่า
- ค. ดิน ก มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า
- ง. ดิน ข น่าจะมีไส้เดือนดินอาศัยอยู่มากกว่า

สถานการณ์ที่ 4

ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เกิดในชั้นโทรโพสเฟียร์ ทำให้โลกอบอุ่น มีอุณหภูมิกับสิ่งมีชีวิต ถ้าไม่มีก๊าซพวกนี้ อุณหภูมิจะลดลงเหลือ -20 องศาเซลเซียส แต่ปัจจุบันมนุษย์เพิ่มก๊าซเรือนกระจกมากเกินไป ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (เกิดจากการเผาไหม้ถ่านและน้ำมัน) มีเทน ไนโตรเจนออกไซด์ และ CFC ซึ่งก๊าซเหล่านี้จะยอมให้แสงอาทิตย์ผ่านมายังพื้นโลกได้ แต่จะสะท้อนกลับความร้อนจากผิวโลกไม่ให้ออกไปได้ ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิที่ชั้นบรรยากาศและผิวโลกสูงขึ้น พืชและสัตว์บางชนิดจะสูญพันธุ์เนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป

16. จากบทความข้างต้นกล่าวถึงประเด็นเรื่องใด

- ก. อากาศที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
- ข. อากาศที่มีสารปะปนอยู่ในระดับที่สูงกว่าปกติ
- ค. สารพิษที่เป็นอันตรายอยู่ในอากาศ
- ง. อากาศที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

17. ข้อใด ผิด จากความเป็นจริง

- ก. รังสี UV A มีช่วงคลื่นยาว ช่วยในการสร้างวิตามิน ดี
- ข. แก๊สหลักที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกคือคาร์บอนมอนอกไซด์
- ค. โอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ลดลงกว่า 40% เป็นผลจากสาร CFC
- ง. ปรากฏการณ์เรือนกระจกทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ฤดูร้อนแห้งแล้ง

18. แก๊สในข้อใดก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- ก. คาร์บอนไดออกไซด์ และคลอโรฟลูออโรคาร์บอน
 - ข. คาร์บอนมอนอกไซด์ และคลอโรฟลูออโรคาร์บอน
 - ค. คาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์
 - ง. คาร์บอนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์
19. ปรากฏการณ์อุณหภูมิโลกสูงขึ้นเรียกว่า ปรากฏการณ์ผลกระทบจากเรือนกระจกเนื่องจากทำให้บรรยากาศมีสภาพเรือนกระจกที่มาจากสาเหตุใด
- ก. ได้รับความร้อนได้ง่าย
 - ข. เก็บความร้อนได้ง่าย
 - ค. ถ่ายเทความร้อนได้ง่าย
 - ง. สะท้อนความร้อนได้ง่าย
20. ปรากฏการณ์เรือนกระจกก่อให้เกิดปัญหาใดตามมามากที่สุด
- ก. อุณหภูมิโลกสูงขึ้น
 - ข. ภาวะแห้งแล้งที่ยาวนานขึ้น
 - ค. ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นจากการละลายของน้ำแข็งจากขั้วโลก
 - ง. พืชและสัตว์บางชนิดสูญพันธุ์เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป

เฉลยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ทรัพยากร น้ำ ดิน อากาศ จำนวน 20 ข้อ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 16. ง |
| 2. ค | 17. ข |
| 3. ข | 18. ก |
| 4. ก | 19. ข |
| 5. ง | 20. ก |
| 6. ค | |
| 7. ก | |
| 8. ข | |
| 9. ค | |
| 10. ค | |
| 11. ข | |
| 12. ข | |
| 13. ก | |
| 14. ง | |
| 15. ง | |

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559
เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

.....

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
2. อนุญาตให้นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบได้
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่

สถานการณ์ที่ 1

บ้านของปรีชาอยู่ริมแม่น้ำ แม้อาชีพรับจ้างซักผ้า แต่每天有ลูกค้ามาใช้บริการหลายคน ขยะหรือน้ำทิ้งที่เหลือจากการซักผ้าหรือล้างจาน แม่ให้ปรีชาทิ้งลงแม่น้ำแม่บอกว่าเดี๋ยวน้ำก็พัดพาไปเอง ไม่ต้องเอาขยะไปทิ้งที่ถังขยะของเทศบาล ซึ่งอยู่ไกลเพราะเสียเวลาทำงาน สมชายซึ่งอยู่ห่างจากบ้านปรีชาประมาณ 1 กิโลเมตร แบ่งปลาที่จับได้จากแม่น้ำที่อยู่ใกล้บ้านเขาให้แม่บ่อย ๆ ในขณะที่บ้านของปรีชาไม่เคยจับปลาได้สักตัว มีแต่ผักตบชวาคลุมอยู่เต็มผิวน้ำน้ำอย่างหนาแน่น และมีขยะอยู่เต็มแม่น้ำ จนบางครั้งได้กลิ่นเหม็นเน่าจากแม่น้ำ

1.1 ปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ คือ

- 1.....
- 2.....
- 3.....

1.2 สภาพของแหล่งน้ำบ้านปรีชามีลักษณะเป็นอย่างไรบ้าง

- 1.....
- 2.....
- 3.....

1.3 นักเรียนคิดว่าสาเหตุอะไรบ้างที่ทำให้แหล่งน้ำเสียและสกปรก

- 1.....
- 2.....
- 3.....

1.4 นักเรียนมีแนวทางในการป้องกันแหล่งน้ำเสียได้อย่างไรบ้าง

- 1.....
- 2.....
- 3.....

1.5 จากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- 1.....
- 2.....
- 3.....

สถานการณ์ที่ 2

สมหวังมีฐานะร่ำรวย เขาเป็นเจ้าของสวนส้มที่ใหญ่ที่สุดในจังหวัด เขาดูแลรักษา โดยวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีที่น้อยสลายได้เพื่อเร่งผลผลิตและเพิ่มคุณภาพให้แก่ผลส้ม รวมทั้งใช้สารเคมี ในการกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ผลส้มในไร่ของเขาจึงมีชื่อเสียงในด้านความอร่อย ผลโตและ ผิวเรียบสวยเมื่อก่อนเขาเลือกใช้ปุ๋ยหมักที่ได้จากธรรมชาติ ปรากฏว่าได้ผลผลิตน้อย ออกผลช้า และผลไม่เรียบสวย ทำให้ยอดขายต่ำ เมื่อเขาเลือกใช้สารเคมีแทน ผลผลิตมาก ออกผลเร็ว ยอดจำหน่ายจึงสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนบางครั้งต้องเก็บก่อนเวลาที่กำหนด แต่เขาไม่เคยรับประทานส้ม ในไร่ นั่นเลยเพราะเขามีไร่ส้มขนาดเล็กอีกไร่เพื่อใช้รับประทานสำหรับคนในครอบครัวและคนงาน ในไร่ซึ่งไร่นี้จะไม่ใช้สารเคมีเลย ซึ่งเขาสามารถแยกความแตกต่างของผลส้มได้คือ ผลส้มที่ได้จาก ไร่ใหญ่มีคราบสีขาวเกาะบนผิวส้ม ไม่กี่วันมานี้เขาสังเกตว่า ดินในไร่ส้มเปลี่ยนแปลงไปคือ มีลักษณะ แน่นและแข็ง และผลผลิตได้ไม่ค่อยดีจนเขาต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยเคมีให้มากขึ้น ผลผลิตจึงจะเหมือนเดิม ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนมากขึ้น เขาจึงคิดว่าจะไปปรึกษาเกษตรจังหวัด เพื่อหาทางแก้ไข

คำถาม

2.1 ปัญหาที่สำคัญที่สุดจากสถานการณ์ คืออะไร

1.....

2.2 เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีมีผลผลิตที่ได้แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยหมักอย่างไรบ้าง

1.....

2.....

3.....

2.3 การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมีผลกระทบอย่างไรบ้าง

1.....

2.....

3.....

2.4 นักเรียนต้องการแนะนำคุณสมหวังในการพัฒนาสวนให้เป็นสวนส้มปลอดสารพิษได้อย่างไรบ้าง

1.....

2.....

3.....

2.5 จากสถานการณ์ทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

1.....

2.....

3.....

สถานการณ์ที่ 3

ฝนกรด (Acidrain) หมายถึง น้ำฝนมีค่า pH ต่ำกว่า 5.6 สาเหตุของการเกิดฝนกรด ในบริเวณศูนย์กลางอุตสาหกรรม ที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์และโรงงานต่าง ๆ จะมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และออกไซด์ของไนโตรเจน เช่น แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ถูกปล่อยสู่บรรยากาศ เกิดการทำปฏิกิริยากับน้ำ ออกซิเจน และสารเคมีอื่น ๆ ก่อให้เกิดสารประกอบที่เป็นกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก มีแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้ให้มากขึ้น เรียกว่า ขบวนการออกซิเดชัน ผลกระทบของฝนกรดมีดังนี้คือ ทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพาะปลูก ทำให้ดินเปรี้ยว จุลินทรีย์หลายชนิดในดินถูกทำลาย ฝนกรดสามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารที่สำคัญของพืช เช่น แคลเซียม ไนเตรต แมกนีเซียม และ โพแทสเซียม ทำให้พืชไม่สามารถนำธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ได้ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศทำให้ปากใบปิดซึ่งจะมีผลกระทบต่อการทำงานของพืช ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นของน้ำยังมีผลกระทบด้านระบบนิเวศ ฝนกรดสามารถละลายแคลเซียมคาร์บอเนตในหินทำให้เกิดการสึกกร่อน ฝนกรดทำลายวัสดุสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์บางชนิด คือ จะกัดกร่อนทำลายพวกโลหะ เช่น เหล็กเป็นสนิมเร็วขึ้น สังกะสีมุงหลังคา ที่ใกล้ ๆ โรงงาน จะสึกกร่อนเร็ว ฝนกรดจะทำลายทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ปู หอย กุ้งอาจมีจำนวนลดลง การควบคุมและป้องกันดังนี้คือ ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลให้น้อยลง ควบคุมการเกิดสารประกอบออกไซด์ ไนโตรเจน ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสันดาปให้เพียงพอ ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำจัดมลพิษก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ การสร้างปล่องควันสูงลิบลิวไม่สามารถแก้ปัญหามลพิษทางอากาศได้ แต่เป็นการผลักปัญหาจากสถานที่ใกล้เคียงไปยังแหล่งที่อยู่ห่างไกลมากกว่าเท่านั้น

คำถาม

3.1 ฝนกรดมีสาเหตุมาจากสิ่งใด

- 1.....
- 2.....
- 3.....

3.2 สารใดบ้างที่ก่อให้เกิดฝนกรด

- 1.....2.....
- 3.....4.....
- 5.....6.....

3.3 การเกิดฝนกรดก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานเกษตรอย่างไร

- 1.....
- 2.....
- 3.....

3.4 โรงงานอุตสาหกรรมบางที่มีการสร้างปล่องควันสูง นักเรียนคิดว่าปล่องควันนั้นสามารถช่วยลดการเกิดภาวะฝนกรดได้หรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3.5 ในปัจจุบันควรใช้น้ำฝนมาใช้ในการอุปโภคหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

เฉลยแบบวัดการคิดวิจารณ์ (อศนัย) วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ทรัพยากร น้ำ ดิน อากาศ จำนวน 20 ข้อ

1.1 ปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์ คือ

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง ผลจากการทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ

1 คะแนน หมายถึง ปริมาณปลาในแม่น้ำน้อยลง หรือ ปริมาณผักตบชวาในแม่น้ำมากขึ้น

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบ

1.2 สภาพของแหล่งน้ำบ้านปรีชามีลักษณะเป็นอย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง มีกลิ่นเหม็น มีผักตบชวาเต็มแม่น้ำ มีขยะเต็มแม่น้ำ ปลาตายหรือไม่มีปลาในแม่น้ำ (ตอบถูกได้ 2-3 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง มีกลิ่นเหม็น มีผักตบชวาเต็มแม่น้ำ มีขยะเต็มแม่น้ำ ปลาตายหรือไม่มีปลาในแม่น้ำ (ตอบถูกได้ 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบ

1.3 นักเรียนคิดว่าสาเหตุอะไรบ้างที่ทำให้แหล่งน้ำเสียและสกปรก

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง การขาดจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำ การทิ้งขยะไม่ถูกที่ การทิ้งน้ำจากการซักล้างและการอุปโภคลงในแหล่งน้ำ (ตอบถูก 2-3 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง การขาดจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำ การทิ้งขยะไม่ถูกที่ การทิ้งน้ำจากการซักล้างและการอุปโภคลงในแหล่งน้ำได้ (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

1.4 นักเรียนมีแนวทางในการป้องกันแหล่งน้ำเสียได้อย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง การปลูกจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำ ไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ ไม่เทน้ำทิ้งจากการซักล้างและการอุปโภคลงในแม่น้ำ การทิ้งขยะให้ถูกที่ (ตอบถูก 2-3 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง การปลูกจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำ ไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ ไม่เทน้ำทิ้งจากการซักล้างและการอุปโภคลงในแม่น้ำ การทิ้งขยะให้ถูกที่ (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

1.5 จากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง การทิ้งขยะและน้ำทิ้งไม่ถูกที่ ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ คือทำให้ปลาหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ทำให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของผักตบชวา ดังนั้น ทุกคนจึงควรมีจิตสำนึกในการรักษาความสะอาดของแหล่งน้ำ (ตอบถูกได้ 2-3 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง การทิ้งขยะและน้ำทิ้งไม่ถูกที่ ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ คือทำให้ปลาหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ทำให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของผักตบชวา ดังนั้น ทุกคนจึงควรมีจิตสำนึกในการรักษาความสะอาดของแหล่งน้ำ (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบ

2.1 ปัญหาที่สำคัญที่สุดจากสถานการณ์ คืออะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง คุณลักษณะของดินเปลี่ยนไปคือมีลักษณะแน่นและแข็ง

1 คะแนน หมายถึง การเพิ่มปริมาณปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุน

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

2.2 เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีมีผลผลิตที่ได้แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยหมักอย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง รสชาติอร่อย ผลโต ผลมีผิวเรียบสวย ผลผลิตมาก ออกผลเร็ว

(ตอบถูก 2 ข้อขึ้นไป)

1 คะแนน หมายถึง รสชาติอร่อย ผลโต ผลมีผิวเรียบสวย ผลผลิตมาก ออกผลเร็ว (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

2.3 การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมีผลกระทบอย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง สารเคมีตกค้างในดินทำให้คุณภาพของดินด้อยลง ทำให้เกิดการตกค้างของสารพิษในผลผลิต สารพิษจะสะสม และถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้ สารเคมีจะสลายตัวได้ช้ามากหรือไม่สลายตัวเลย (ตอบถูก 2 ข้อขึ้นไป)

1 คะแนน หมายถึง สารเคมีตกค้างในดินทำให้คุณภาพของดินด้อยลง ทำให้เกิดการตกค้างของสารพิษในผลผลิต สารพิษจะสะสม และถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้ สารเคมีจะสลายตัวได้ช้ามากหรือไม่สลายตัวเลย (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

2.4 นักเรียนต้องการแนะนำคุณสมบัติในการพัฒนาสวนให้เป็นสวนปลอดสารพิษได้อย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง ควรเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ดิน โดยใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสดแทนปุ๋ยเคมี, ควรกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สมุนไพรจากธรรมชาติแทนสารเคมี, ในการนำผลผลิตไปจำหน่ายควรชำระล้างผลส้มให้สะอาดก่อนเพื่อล้างสารพิษภายนอก, ในการเก็บผลผลิตไปขาย ไม่ควรเก็บก่อนถึงระยะเวลาที่กำหนด เพราะทำให้สารพิษย่อยสลายได้ไม่หมด และตกค้างในผลผลิตทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค, ควรมีจิตสำนึกต่อสุขภาพของผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (ตอบถูก 2 ข้อขึ้นไป)

1 คะแนน หมายถึง ควรเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ดิน โดยใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสดแทนปุ๋ยเคมี ควรกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สมุนไพรจากธรรมชาติแทนสารเคมี ในการนำผลผลิตไปจำหน่ายควรชำระล้างผลส้มให้สะอาดก่อนเพื่อล้างสารพิษภายนอก ในการเก็บผลผลิตไปขาย ไม่ควรเก็บก่อนถึงระยะเวลาที่กำหนด เพราะทำให้สารพิษย่อยสลายได้ไม่หมด และตกค้างในผลผลิตทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ควรมีจิตสำนึกต่อสุขภาพของผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

2.5 จากสถานการณ์ทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง การที่คุณภาพของดินน้อยลง เนื่องจากการใช้ปุ๋ยสารเคมีและสารเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพของดิน และสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อมและผู้บริโภค (ตอบถูก 2 ข้อขึ้นไป)

1 คะแนน หมายถึง การที่คุณภาพของดินน้อยลง เนื่องจากการใช้ปุ๋ยสารเคมีและสารเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพของดิน และสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อมและผู้บริโภค (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง เมื่อตอบไม่ตรงประเด็นคำตอบหรือไม่ตอบ

3.1 ฝนกรดมีสาเหตุมาจากสิ่งใดเกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง มีการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า การเผาไหม้จากเครื่องยนต์ (ตอบถูก 2 ข้อขึ้นไป)

1 คะแนน หมายถึง มีการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม หรือ โรงไฟฟ้า หรือ การเผาไหม้จากเครื่องยนต์ (ตอบถูก 1 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบ

3.2 สารใดบ้างที่ก่อให้เกิดฝนกรดได้

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , CO_2 (ตอบถูก 3-5 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , CO_2 (ตอบถูก 1-2 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบ

3.3 การเกิดฝนกรดก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานเกษตรอย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง ทำให้ดินเป็นกรดหรือดินเปรี้ยว จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ถูกทำลาย ทำให้พืชไม่สามารถนำธาตุไปใช้ ก๊าซ SO_2 ทำให้ปากใบปิด (ตอบถูก 3-4 ข้อ)

1 คะแนน หมายถึง ทำให้ดินเป็นกรดหรือดินเปรี้ยว จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ถูกทำลาย ทำให้พืชไม่สามารถนำธาตุไปใช้ ก๊าซ SO_2 ทำให้ปากใบปิด (ตอบถูก 1-2 ข้อ)

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบ

3.4 โรงงานอุตสาหกรรมบางที่มีการสร้างปล่องควันสูง นักเรียนคิดว่าปล่องควันนั้นสามารถช่วยลดการเกิดภาวะฝนกรดได้หรือไม่อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง ไม่ได้ เพราะปล่องควันที่สูงไม่สามารถลดปริมาณแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ หรือเป็นการนำแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ไปบริเวณที่ห่างไกลออกไป

1 คะแนน หมายถึง ไม่ได้ แต่ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลไม่ถูก

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบหรือไม่ถูกต้อง 2 คำตอบ

3.5 ในปัจจุบันควรใช้น้ำฝนมาใช้ในการอุปโภคหรือไม่อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง ไม่ได้ เพราะอากาศในปัจจุบันมีสารพิษ หรือทำให้น้ำเป็นกรด

1 คะแนน หมายถึง ไม่ได้ แต่ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลไม่ถูก

0 คะแนน หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงแนวการตอบทั้ง 2 คำตอบ

แบบวัดการคิดแก้ปัญหาทางชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559
เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

.....

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ● ลงในกระดาษคำตอบ
2. ไม่อนุญาตให้นักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

สถานการณ์ที่ 1

นักเรียนอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้ลำคลอง ชาวบ้านมีการนำน้ำจากลำคลองมาเพื่ออุปโภค บริโภค ต่อมาพบว่าชาวบ้านที่อาศัยในชุมชนป่วยเป็นโรคท้องร่วงอยู่เสมอ เมื่อชาวบ้านไป โรงพยาบาลเพื่อพบแพทย์ ได้ตรวจร่างกายโดยนำน้ำปัสสาวะและอุจจาระไปตรวจพบว่า มีแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจำนวนมากเกิน 10 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีปกติ ในทางเดินอาหารของคน แต่ถ้าบริโภคน้ำที่ไม่สะอาดเข้าไป ก็จะทำให้เกิดโรคท้องร่วงได้ จึงจำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ก่อนนำไปบริโภค

1. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ชุมชนแห่งนี้ไม่มีน้ำประปาใช้
- ข. ชาวบ้านในชุมชนป่วยเป็นโรคท้องร่วง
- ค. ชาวบ้านมักทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในลำคลองเสมอ
- ง. น้ำในลำคลองมีสารพิษเจือปนที่ทำให้ท้องร่วง

2. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

- ก. เกิดโรคท้องร่วงระบาดในชุมชน
- ข. ชุมชนขาดแคลนแหล่งน้ำที่สะอาด
- ค. มีเชื้อโรคในน้ำที่ชาวบ้านใช้บริโภค
- ง. ชุมชนขาดแคลนส้วมที่ถูกต้องลักษณะ

3. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

- ก. จัดให้มีหน่วยแพทย์ประจำชุมชน
- ข. รณรงค์ให้ใช้ส้วมที่ถูกต้องลักษณะ
- ค. ให้ชาวบ้านต้มน้ำก่อนนำไปบริโภค
- ง. ขอให้หน่วยงานราชการจัดหาน้ำประปาให้ชุมชนนี้

4. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

- ก. ชาวบ้านมีน้ำประปาใช้
- ข. มีแพทย์ประจำหมู่บ้าน
- ค. ชาวบ้านไม่ป่วยเป็นโรคท้องร่วง
- ง. ชาวบ้านมีส้วมที่ถูกต้องลักษณะใช้

สถานการณ์ที่ 2

การใช้ยาฆ่าแมลงของชาวบ้านในชุมชนของนักเรียนที่มีการเกษตรกรรมแห่งหนึ่ง ซึ่งทำการเพาะปลูกอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ เมื่อเกิดฝนตก น้ำก็ไหลบ่าพัดพายาฆ่าแมลงลงไปยังแหล่งน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตายจำนวนมากเนื่องจากการเพิ่มขยายทางชีวภาพที่เรียกว่า Biomagnification เมื่อวัดปริมาณความเข้มข้นของยาฆ่าแมลงในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต 4 ชนิด พบว่า มีค่าแสดงดังนี้

| ชนิดของสิ่งมีชีวิต | ความเข้มข้นของยาฆ่าแมลง (ppm) |
|-------------------------|-------------------------------|
| แพลงก์ตอนพืช | 10 |
| นกทะเล | 1,600 |
| สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง | 1,200 |
| แพลงก์ตอนสัตว์ | 390 |

5. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- สารพิษในยาฆ่าแมลงทำให้น้ำเน่าเหม็น
- การใช้ยาฆ่าแมลงที่ไม่ถูกวิธีของชาวบ้าน
- สิ่งมีชีวิตในน้ำตายเนื่องจากได้รับสารพิษจากยาฆ่าแมลง
- ฝนตกหนักทำให้น้ำไหลบ่าพัดพายาฆ่าแมลงลงสู่แหล่งน้ำ

6. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

- ใช้ยาฆ่าแมลงที่ไม่ถูกวิธีของชาวบ้าน
- ใช้ยาฆ่าแมลงมากเกินไปจากปริมาณที่เกินมาตรฐาน
- ใช้ยาฆ่าแมลงที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ
- ใช้ยาฆ่าแมลงที่ทำจากสารชีวภาพ

7. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

- ติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำ
- หลีกเลี่ยงการเพาะปลูกใกล้แหล่งน้ำ
- ใช้สารชีวภาพกำจัดแมลงแทนยาฆ่าแมลง
- ส่งเสริมชาวบ้านประกอบอาชีพอื่นแทนการเพาะปลูก

8. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาคืออะไร

- แหล่งน้ำจะปราศจากสารเคมี
- ไม่มีการเพาะปลูกใกล้แหล่งน้ำ
- ชาวบ้านเลิกประกอบอาชีพเพาะปลูก
- แหล่งน้ำมีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 3

โครงการ “แก้งดิน” เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จฯ เยี่ยมราษฎร ทรงพบว่าราษฎรประสบปัญหาเกี่ยวกับดินในพื้นที่ป่าพรุ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง ทำให้ดินเป็นดินเปรี้ยวจัด เริ่มจากวิธีการ “แก้งดินให้เปรี้ยว” ด้วยการทำให้ดินแห้งและเปียก สลับกันไป เพื่อเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของดิน ซึ่งจะไปกระตุ้นให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ในอากาศ ปลดปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินเป็นกรดจัด จากนั้นจึงหาวิธีการปรับปรุงดิน ดังกล่าวให้สามารถปลูกพืชได้ มีการควบคุมระดับน้ำใต้ดิน เพื่อป้องกันการเกิดกรดกำมะถัน โดยควบคุมน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือชั้นดินเลนที่มีสารไพไรท์อยู่ เพื่อมิให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจน

9. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ก. ปัญหาดินเค็ม | ข. ปัญหาน้ำท่วมขัง |
| ค. ปัญหาดินแห้งแล้ง | ง. ปัญหาดินเปรี้ยว |

10. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

- ก. การเกิดกำมะถันในดิน – ค่า pH ของดินสูงขึ้น
- ข. ทำให้ดินแห้งและเปียกสลับกัน – ค่า pH ของดินสูงขึ้น
- ค. สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน – ค่า pH ของดินลดลง
- ง. ควบคุมน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือชั้นดินเลน – ค่า pH ของดินลดลง

11. แนวทางการแก้ปัญหาี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับสภาพดินในพื้นที่ใด

- ก. ดินในบริเวณที่เคยเป็นหนองน้ำ
- ข. ดินในพื้นที่ชุ่มน้ำที่พังทลายได้ง่าย
- ค. ดินในบริเวณที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาก
- ง. ดินในบริเวณที่มีการเผาหญ้าและวัชพืช

12. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาี้คืออะไร

- ก. ดินจะไม่พังทลาย
- ข. ทำให้ไม่ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์อีก
- ค. ดินจะสามารถกลับมาใช้ปลูกพืชได้ต่อไป
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

สถานการณ์ที่ 4

ในท้องฟ้าเหนืออากาศที่เราหายใจ มีชั้นโอโซนช่วยสกัดกั้นรังสีบางส่วนจากดวงอาทิตย์ที่ทำลายผิวของเรา แต่ปัจจุบันชั้นโอโซนถูกทำลายด้วยสาร CFC ที่มนุษย์ผลิตขึ้นมา เมื่อ CFC ลอยขึ้นไปเหนือชั้นบรรยากาศ ทำให้โอโซนแตกสลายไป ชั้นโอโซนจึงบางลง ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์เข้ามาสู่โลกมากขึ้น คนจึงเป็นโรคมะเร็งผิวหนังมากขึ้น รังสีจากดวงอาทิตย์จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอาหารของพืชและสัตว์ในทะเลอีกด้วย เมื่อจุลินทรีย์ในน้ำลดจำนวนลง ปลาซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ลดลงตามไปด้วย

13. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ชั้นโอโซนถูกทำลาย
- ข. เกิดภาวะขาดแคลนอาหาร
- ค. คนเป็นมะเร็งผิวหนังมากขึ้น
- ง. จำนวนสิ่งมีชีวิตในน้ำลดจำนวนลง

14. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

- ก. อยู่กลางแจ้งแดดเป็นเวลานาน
- ข. รังสีจากดวงอาทิตย์เข้ามาสู่โลกมากขึ้น
- ค. สาร CFC สะสมในชั้นบรรยากาศมากขึ้น
- ง. รังสีจากดวงอาทิตย์ฆ่าแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของสัตว์ทะเล

15. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

- ก. หลีกเลียขบริเวณที่มีแสงแดด
- ข. ใช้สารหรือวัสดุจากธรรมชาติเท่านั้น
- ค. ยกเลิกผลิตภัณฑ์ที่มีสาร CFC เป็นองค์ประกอบ
- ง. ให้ความรู้เกี่ยวกับโทษของสาร CFC ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

16. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

- ก. จำนวนโอโซนมีมากขึ้น
- ข. คนไม่ป่วยเป็นมะเร็งผิวหนัง
- ค. ประชาชนหยุดใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสาร CFC
- ง. ประชาชนมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อม

สถานการณ์ที่ 5

สภาวะอากาศเป็นพิษ เป็นปัญหาที่พบมากทั้งในเขตชนบทและในเมือง การเผาไหม้เชื้อเพลิงและวัสดุเหลือใช้เป็นสาเหตุสำคัญ ทำให้เกิดหมอกควันปกคลุม จากการตรวจสอบพบว่าในฝุ่นละออง มีสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งปนเปื้อนอยู่ด้วย โดยเฉลี่ยแล้วในช่วงหน้าแล้งจะมีมากกว่าในช่วงฤดูฝน 1-2 เท่า ทั้งนี้จากการวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดจากฝุ่นละอองแล้วพบว่าในทุกพื้นที่มีลักษณะที่คล้ายกัน โดยเป็นฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาวัสดุอินทรีย์ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ และไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

17. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. การเผาไหม้หญ้า
- ข. ไอเสียจากการเผาไหม้
- ค. การมีฝุ่นละอองในอากาศ
- ง. อากาศแห้งแล้งในหน้าแล้ง

18. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

- ก. การเผาไหม้หญ้า
- ข. การเผาวัสดุเหลือใช้
- ค. ไอเสียจากการเผาไหม้น้ำมัน
- ง. ถูกทุกข้อ

19. แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

- ก. ฝังวัสดุเหลือใช้ทุกชนิด
- ข. เตือนภัยโดยให้ใช้เครื่องป้องกัน
- ค. ปลุกพืชยืนต้นเป็นแนวป้องกัน
- ง. ตรวจสอบข้อมูลอากาศอย่างสม่ำเสมอ

20. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

- ก. ไม่มีควันพิษจากรถยนต์
- ข. ต้นไม้จะดูดซับฝุ่นควันไว้
- ค. ประชาชนมีเครื่องป้องกันสารพิษ
- ง. ฝุ่นควันในอากาศจะคงที่หรือเพิ่มขึ้น

เฉลยแบบวัดการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง ทรัพยากร น้ำ ดิน อากาศ จำนวน 20 ข้อ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ข | 17. ก |
| 2. ก | 18. ง |
| 3. ค | 19. ค |
| 4. ก | 20. ข |
| 5. ค | |
| 6. ค | |
| 7. ก | |
| 8. ก | |
| 9. ง | |
| 10. ค | |
| 11. ก | |
| 12. ค | |
| 13. ก | |
| 14. ข | |
| 15. ค | |
| 16. ข | |

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559
เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ดินและอากาศ

.....

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ● ลงในกระดาษคำตอบ
2. ไม่อนุญาตให้นักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ – สกุล ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรน้ำ

1. อธิบายประโยชน์ และความสำคัญของน้ำได้
2. อธิบายคุณภาพของน้ำ คำนึงถึงคุณภาพของน้ำ และการจัดลำดับคุณภาพของน้ำผิวดิน อธิบายเกณฑ์มาตรฐานน้ำที่จากแหล่งต่าง ๆ และปัญหาการจัดการน้ำที่ทำได้
3. อภิปราย และสรุปปัญหาการใช้ น้ำ การป้องกัน และแก้ไขปัญหามาจากการใช้น้ำได้

1. ข้อใดเป็นน้ำผิวดินทั้งหมด (ความรู้ความจำ)

- ก. ฝน หิมะ น้ำค้าง
- ข. ฝน บ่อ น้ำบาดาล
- ค. ทะเลสาบ น้ำบาดาล คลอง
- ง. แม่น้ำ ลำคลอง บ่อ

2. แหล่งน้ำในข้อใด ไม่จัด เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ (การวิเคราะห์)

- ก. บึงบอระเพ็ด
- ข. ทะเลสาบสงขลา
- ค. ใจกลางอ่าวไทย
- ง. ริมฝั่งทะเลพัทลุง

3. แหล่งน้ำจืดที่มนุษย์ใช้ประโยชน์ได้จริง มีแนวโน้มลดลงในอนาคต สาเหตุที่สำคัญที่สุดคือ (การประเมินค่า)

- ก. แหล่งน้ำตื้นเขินขึ้น
- ข. มีการใช้น้ำจืดอย่างฟุ่มเฟือย
- ค. มีประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ
- ง. ประชากรส่วนใหญ่ขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ธรรมชาติ

| โรงงานอุตสาหกรรม | BOD (มิลลิกรัม) |
|------------------|-----------------|
| ก | 1,540 |
| ข | 1,262 |
| ค | 567 |
| ง | 360 |

4. จากตารางคุณภาพน้ำทิ้งข้อใดถูกต้องที่สุด (การวิเคราะห์)
- เป็นโรงงานที่ได้มาตรฐาน มีระบบกำจัดที่ดีทำให้ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง
 - โรงงานทิ้งสิ่งก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ น้ำทิ้งมีสารอินทรีย์อยู่มาก
 - โรงงาน ก และ ข เป็นโรงงานที่ได้มาตรฐาน ส่วนโรงงาน ค และ ง ต้องปรับปรุงในเรื่องระบบกำจัดน้ำทิ้ง
 - ค่าที่ให้มาไม่สามารถบอกได้ว่าโรงงานนี้มีระบบกำจัดน้ำทิ้งที่ดีหรือไม่
5. ในบางปีมีข่าวเกี่ยวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis aeruginosa* Kutz ที่สร้างสารพิษ Microcystin ซึ่งเป็นสารส่งเสริมการเกิดมะเร็งตับและภาวะตับอักเสบซึ่งเกิดในหลายแหล่งน้ำของประเทศ รวมทั้งแหล่งน้ำในภาคเหนือด้วย อยากทราบว่าสาเหตุที่สาหร่ายชนิดนี้เจริญอย่างรวดเร็วในประเทศไทยเกิดได้จากสาเหตุใดและเกิดในระบบนิเวศแบบใด (การวิเคราะห์)
- ความเข้มของแสง แหล่งน้ำนิ่งทุกสภาพ
 - ปริมาณสารอาหารไนโตรเจน แหล่งน้ำนิ่งขนาดใหญ่แต่ตื้น
 - ปริมาณสารอาหารฟอสเฟต แหล่งน้ำนิ่งขนาดใหญ่หรือน้ำไหลเอื่อย
 - อุณหภูมิ แหล่งน้ำไหล
6. การบำบัดน้ำเสียทำได้หลายวิธี เช่น
- การลอกคลอง
 - การกวนด้วยสารส้ม
 - การใช้กังหันน้ำชัยพัฒนา
- ข้อใดเป็นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ
- 1 และ 2
 - 1 และ 3
 - 2 และ 3
 - 1, 2 และ 3

7. จากตารางแสดงคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน ก, ข, ค และ ง ข้างล่างนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 7-8

| คุณภาพน้ำ/ แหล่งน้ำ | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-----|-----|-------|-------|
| ความเป็นกรด-ด่าง | 8 | 6.5 | 7 | 8 |
| ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ ลิตร) | 7 | 5 | 3 | 1 |
| บีโอดี (มิลลิกรัม/ ลิตร) | 1.5 | 2 | 4 | 10 |
| ฟีคอลลโคลิฟอร์ม (MPN/100 ml) | 250 | 820 | 1,000 | 4,000 |

แหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการคมนาคมอย่างเดียวกันนั้น (การวิเคราะห์)

ก. แหล่งน้ำ 1

ข. แหล่งน้ำ 2

ค. แหล่งน้ำ 3

ง. แหล่งน้ำ 4

8. สาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำในประเทศไทยคือข้อใด (การวิเคราะห์)

ก. ประชากรของไทยขาดจิตสำนึกในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างมาก

ข. ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงจากแหล่งเกษตรกรรมถูกน้ำฝนชะลงสู่แม่น้ำ

ค. กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศเราไม่เข้มแข็งพอ

ง. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมระบายสู่แหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัด

9. การอนุรักษ์แหล่งน้ำให้ได้ผลดีที่สุดรัฐควรจะดำเนินการอย่างไรจึงจะได้ผลดีที่สุด (การวิเคราะห์)

ก. เพิ่มแหล่งน้ำให้มากขึ้นด้วยการขุดคู คลอง บ่อและบึง

ข. ถมแหล่งน้ำที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เป็นการป้องกันการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ

ค. ให้การศึกษาแก่ประชาชนเกี่ยวกับความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติเพื่อให้เกิดความรัก
และหวงแหน

ง. มีการลงโทษผู้ทำลายแหล่งน้ำอย่างรุนแรงที่สุด

10. น้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดจากโรงงานผลิตกระดาษขนาดกลาง ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำนิ่งต่อเนื่องกันในระยะเวลาหนึ่ง ต่อมาปลาที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นเริ่มลอยหัวและตายในเวลาอันรวดเร็ว เริ่มจาก 2-3 ตัว และในที่สุดตายจนหมดแหล่งน้ำ จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่และถูกกำหนดให้เป็นผู้แก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยการเริ่มปฏิบัติอย่างไร

ก. ขอให้ส่วนราชการมีคำสั่งปิดโรงงานทันที เพราะไม่ปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม

ขณะเดียวกันนำปลาตายออกจากแหล่งน้ำ ป้อนอากาศลงไปในแหล่งน้ำต่อเนื่องช่วยให้
คุณภาพดีขึ้น

- ข. ตรวจวัดค่า DO และ BOD ก่อน แล้วจึงตรวจวัดสารอาหารเช่น ฟอสเฟต ไนโตรเจนและแอมโมเนีย
- ค. ขอให้ส่วนราชการมีคำสั่งให้โรงงานหยุดปล่อยน้ำเสียโดยทันทีแล้วทิ้งช่วงเวลาให้คุณภาพน้ำดีขึ้นจากนั้นจึงทำการตรวจวัดตามข้อ ข
- ง. เอาปลาตายออกจากแหล่งน้ำแล้วทำตามข้อ ข และ ค โดยทันที

จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรดิน

- อธิบายความหมาย ความสำคัญ และองค์ประกอบของดินได้ สรุปประโยชน์จากการใช้ที่ดินของมนุษย์ได้
- อภิปรายปัญหาหมลพิษในดินได้
- เสนอแนะแนวทาง ป้องกัน แก้ไขมลพิษในดิน การอนุรักษ์ที่ดิน

จากสมบัติของดิน ก และ ข ตามตาราง ใช้ตอบคำถามข้อ 11-12

| | ดิน ก | ดิน ข |
|------------------------------|-------|-------|
| ดินทรายขนาดหยาบ กลาง ละเอียด | 78% | 20% |
| ดินร่วน | 5% | 19% |
| ดินเหนียว | 13% | 49% |
| ฮิวมัส | 4% | 12% |

- ข้อใดกล่าวผิด หากกล่าวถึงดิน ข เมื่อเปรียบเทียบกับดิน (การวิเคราะห์)
 - อุ้มน้ำได้ดี
 - ปริมาณไนโตรเจนต่ำ
 - เหมาะแก่การปลูกพืชมากกว่า
 - น่าจะมีไส้เดือนอาศัยอยู่
- หากต้องการปรับปรุงดิน ข ควรทำอย่างไร (การนำไปใช้)
 - พรวนดินบ่อยและสม่ำเสมอ
 - รดน้ำบ่อยครั้งใน 1 วัน
 - ปลูกถั่วเหลืองอย่างน้อย 5 ปี
 - เติมปูนขาว
- ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของดินชั้นบน (ความรู้ความจำ)
 - มีฮิวมัสมาก
 - มีความพรุนมาก
 - มีเนื้อดินละเอียด มีสีจาง
 - มีเนื้อดินหยาบ มีสีคล้ำ

14. ข้อใด **ไม่ใช่** สมบัติของดินที่มักนำมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับพิจารณากำหนดคุณภาพของดิน (ความเข้าใจ)

- ก. สีของดิน
ข. pH ของดิน
ค. ลักษณะของเนื้อดิน
ง. ปริมาณแร่ธาตุในดิน

15. การปลูกพืชชนิดต่าง ๆ แล้วพืชจะขึ้นได้ดีหรือไม่นั้น ปัจจัยที่สำคัญนอกจากอุณหภูมิและน้ำแล้ว น่าจะเป็นอะไร (การนำไปใช้)

- ก. ปุ๋ยที่ใช้
ข. พืชที่ปลูกโดยรอบ
ค. ดินที่ใช้ปลูกพืช
ง. ปริมาณออกซิเจนในดิน

16. สาเหตุของปัญหาดินเปรี้ยวคืออะไร มีผลต่อค่า pH ของดินอย่างไร (การวิเคราะห์)

- ก. การเกิดกำมะถันในดิน – ค่า pH ของดินสูงขึ้น
ข. มีฟอสเฟตในดิน – ค่า pH ของดินสูงขึ้น
ค. การเกิดกำมะถันในดิน – ค่า pH ของดินลดลง
ง. สารไฟโรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน – ค่า pH ของดินลดลง

17. หลังจากที่เกี่ยวข้องข้าวในนาแล้ว ชาวนานิยมเผาตอต้นข้าวในนา เพื่อจะทำให้ดินเหมาะสมกับการปลูกข้าวต่อไปเพราะดินจะมีสีดำ นักเรียนคิดว่าความเชื่อเช่นนี้ถูกต้องหรือไม่ (การประมาณค่า)

- ก. ถูกต้อง เพราะฮิวมัสที่อยู่น้ำดินมีสีดำเช่นเดียวกับดินที่เผาตอต้นข้าว
ข. ถูกต้อง เนื่องจากการเผาตอต้นข้าวทำให้การย่อยสลายเศษพืชเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ
ค. ไม่ถูกต้อง เพราะนอกจากจะทำให้ดินสูญเสียความชื้น ยังทำให้สูญเสียสิ่งมีชีวิตในดิน
ง. ไม่ถูกต้อง เพราะดินที่ถูกเผาแล้วจะเปลี่ยนสภาพเหมาะสมสำหรับทำเครื่องปั้นดินเผา ไม่เหมาะกับการปลูกพืช

18. การปลูกพืชชนิดเดียวกันพร้อมกันซ้ำซาก โดยใช้ดินเดิมจะทำให้เกิดดินจืด และปริมาณธาตุอาหารใดในดินลดลงมากที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. ฟอสฟอรัส
ข. ไนโตรเจน
ค. โพแทสเซียม
ง. แคลเซียม

19. การปลูกหญ้าแฝกเป็นการแก้ไขดินในเรื่องใด (การนำไปใช้)

- ก. การที่ดินเปรี้ยว
ข. การที่ดินเค็ม
ค. การที่ดินถูกชะล้าง
ง. การที่ดินจืด

- ค. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินลิกไนต์ ทำให้เกิดสารประกอบและแคะเคมีปริมาณมาก
เกิดเป็นฝนกรด
- ง. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินลิกไนต์ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากเป็นอันตรายต่อ
คน สัตว์ พืช
24. ปัญหาหลักของคุณภาพอากาศในเขตเมืองใหญ่เกิดจากเหตุใด (การวิเคราะห์)
- ก. ฝุ่นละอองเนื่องจากปัญหาการสัญจรของประชากรจำนวนมาก
- ข. ปริมาณตะกั่วที่สูงเกินกว่ากำหนดเนื่องจากการจราจรติดขัด
- ค. ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูง เนื่องจากรถยนต์มีอายุการใช้งานมาก
- ง. ถูกทุกข้อ
25. แก๊สโอโซนในบรรยากาศมีประโยชน์อย่างไรต่อการลดผลกระทบจากปรากฏการณ์
เรือนกระจก (การวิเคราะห์)
- ก. ทำลายสารในกลุ่มซีเอฟซี
- ข. ทำลายคาร์บอนไดออกไซด์
- ค. ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต
- ง. ทำให้ความร้อนสะท้อนกลับสู่บรรยากาศ
26. ปัจจุบันปัญหา “หลังคาของโลกเกิดรอยร้าว” กำลังเป็นปัญหาที่รุนแรงอย่างยิ่งและมีผลกระทบ
ต่อโลกของเราในหลายด้าน ข้อใดคือความหมายที่ถูกต้องของปัญหาดังกล่าวและมีผลต่อโลก
อย่างไร (การวิเคราะห์)
- ก. ปรากฏการณ์ผลกระทบจากเรือนกระจก – อุณหภูมิโลกสูงขึ้น
- ข. ชั้นแก๊สโอโซนถูกทำลายลงไป – รังสีอัลตราไวโอเล็ตเข้าสู่โลกมากขึ้น
- ค. เครื่องบินเจตปล่อยแก๊สทำลายชั้นแก๊สธรรมชาติ – รังสีอัลตราไวโอเล็ตเข้าสู่โลกมากขึ้น
- ง. เป็นปรากฏการณ์ร่วมกันระหว่างข้อ ก กับข้อ ข
27. ชุมชนที่มีการก่อสร้างและการระเบิดหินจะมีปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดมลภาวะของอากาศ
ชนิดใดมากที่สุด (การนำไปใช้)
- ก. ฝุ่นละออง
- ข. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- ค. คาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ไนโตรเจนไดออกไซด์

28. จากการคาดคะเนว่า น้ำจะท่วมโลก ซึ่งมีนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มสนับสนุนว่าน่าจะเป็นไปได้ ในระยะอันใกล้นี้ แต่ก็ยังมีข้อข้องใจอีกหลายข้อ ข้อใดจัดว่าเป็นไปได้มากที่สุดที่ทำให้เกิด

เหตุการณ์ดังกล่าว (การประมาณค่า)

- ก. ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีผลกระทบทำให้น้ำแข็งที่ขั้วโลกเกิดการละลายมากขึ้น
- ข. การใช้สาร CFC มากจนเกินไป ทำให้อัตราชั้นบรรยากาศของโอโซนเกิดรูรั่ว รังสีอุลตราไวโอเลต จึงเข้าสู่โลกมากขึ้น อุณหภูมิโลกจึงสูงมากขึ้น
- ค. น้ำแข็งจากขั้วโลกจะค่อย ๆ ละลายลงเองตามกาลเวลาที่ผ่านไป มีผลทำให้น้ำท่วมโลก
- ง. พลังงานแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลายง่ายขึ้น

29. กิจกรรมในข้อใดที่สนับสนุนการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (การวิเคราะห์)

- ก. การลดการใช้พลังงานและน้ำมัน
- ข. การลดการตัดไม้ทำลายป่าและปลูกป่าทดแทน
- ค. การกำจัดใบไม้แห้งและหญ้าที่ตัดด้วยการเผาแทนการทำปุ๋ยหมัก
- ง. การงดใช้ภาชนะหรือวัสดุที่ทำด้วยโฟม

30. ถ้าต้องการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ควรจะเลือกสร้างโรงงานไฟฟ้าประเภทใด (วิเคราะห์)

- ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
- ข. โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
- ค. โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์
- ง. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากก๊าซธรรมชาติ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ทรัพยากร น้ำ ดิน อากาศ จำนวน 30 ข้อ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ง | 16. ง |
| 2. ค | 17. ค |
| 3. ค | 18. ข |
| 4. ข | 19. ค |
| 5. ค | 20. ข |
| 6. ข | 21. ก |
| 7. ง | 22. ง |
| 8. ก | 23. ก |
| 9. ค | 24. ง |
| 10. ก | 25. ค |
| 11. ค | 26. ง |
| 12. ก | 27. ก |
| 13. ค | 28. ก |
| 14. ก | 29. ค |
| 15. ค | 30. ก |

ภาคผนวก จ
แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชา

แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพวิทยาซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนขวามือเป็นระดับความคิดเห็นที่เป็นความรู้สึกจากมากไปน้อย ซึ่งมีระดับความคิดเห็น 5 ระดับได้แก่

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยานี้ ซึ่งจะไม่มีความคิดเห็นที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน

ตัวอย่าง

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เราเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น | | ✓ | | | |

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีพวิทยา วิชาชีพวิทยา เป็นวิชาที่น่าสนใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ | | | | | |
| 2 | วิชาชีพวิทยาทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขและมีความสุข | | | | | |
| 3 | วิชาชีพวิทยาทำให้รู้วิธีการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม | | | | | |
| 4 | วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ | | | | | |
| 5 | ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาชีพวิทยา การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เรานำไปใช้เป็นพื้นฐาน การศึกษาต่อในระดับสูงได้ | | | | | |
| 6 | การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เรามีจิตสำนึกในการดูแลและ รักษาสิ่งแวดล้อม | | | | | |
| 7 | การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เราเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม มากขึ้น | | | | | |
| 8 | การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เราไม่มีจิตสำนึกในการรักษา สิ่งแวดล้อม | | | | | |
| 9 | ด้านความสนใจในวิชาชีพวิทยา ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้าน ชีววิทยา | | | | | |
| 10 | ข้าพเจ้ารู้สึกที่วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่น่าสนใจศึกษา | | | | | |
| 11 | ข้าพเจ้ารู้สึกที่วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่มีประโยชน์ ได้รับความรู้ที่นำไปใช้ได้จริง | | | | | |
| 12 | ข้าพเจ้ารู้สึกที่วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ไม่น่าศึกษาต่อ | | | | | |
| 13 | ด้านการนิยมนิยมชอบต่อวิชาชีพวิทยา ข้าพเจ้าชอบดูรายการเกี่ยวกับการสำรวจธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีววิทยา | | | | | |
| 14 | ข้าพเจ้าชอบหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชีววิทยา | | | | | |
| 15 | ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาอยู่เสมอ | | | | | |

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 16 | ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับชีววิทยา | | | | | |
| 17 | ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาชีววิทยา ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | | | | | |
| 18 | ข้าพเจ้าชอบมีส่วนร่วมในการทำการทดลองทางชีววิทยา | | | | | |
| 19 | ข้าพเจ้าชอบมีส่วนร่วมในการอภิปรายและตอบคำถามในห้องเรียนวิชาชีววิทยา | | | | | |
| 20 | ข้าพเจ้าเรียนวิชาชีววิทยาเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้นไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม | | | | | |

ภาคผนวก จ
แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ชื่อหน่วย มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติ
เรื่อง ทรัพยากรน้ำ

ชื่อวิชา ชีววิทยา 5

รหัสวิชา ว 33242

ชั้น ม.6

เวลา 5 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายความสำคัญของทรัพยากรน้ำ
ที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีความตระหนัก มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

- อธิบายแหล่งน้ำต่าง ๆ ในโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่างประโยชน์ และความสำคัญของน้ำได้
- อธิบายคุณภาพของน้ำ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ และการจัดลำดับคุณภาพของน้ำผิวดินได้
- อธิบายเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ และปัญหาการจัดการน้ำทิ้งได้
- สืบค้น วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหาเรื่องน้ำ การป้องกัน และแก้ไขปัญหาน้ำได้

ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

- ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาองค์ประกอบในน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพ
ของน้ำได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ในบทเรียนนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนา

- คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

ความซื่อสัตย์ สุจริต

มีวินัย

ใฝ่เรียนรู้

อยู่อย่างพอเพียง

มุ่งมั่นในการทำงาน

รักความเป็นไทย

มีจิตสาธารณะ

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

4. สาระสำคัญ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและจำเป็นที่สุดอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตนอกจากนี้ น้ำยังเป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิตได้แก่ พืชและสัตว์ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์แก่สิ่งมีชีวิตทั้งมวล และเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ

5. สาระการเรียนรู้

น้ำมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดังนี้ คือ อุปโภคบริโภค, แหล่งอาหารของมนุษย์, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม, คมนาคมขนส่ง, ผลิตพลังงาน, และนันทนาการพักผ่อนหย่อนใจ แหล่งน้ำที่มีอยู่บนผิวโลกมีดังนี้ 1) ทะเล 2) แหล่งน้ำผิวดิน 3) แหล่งน้ำใต้ดิน 4) หายน้ำฟ้า

ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ มีดังนี้คือ ค่า DO ค่า BOD ค่า COD ค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ไม่ควรเกิน 10 MPN ต่อ 100 ml. และ ค่า pH เป็นต้น และการจัดลำดับคุณภาพของน้ำผิวดิน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินมี 5ประเภท ประเภทที่ 1 แหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำทิ้งทุกประเภท ประเภทที่ 2 แหล่งน้ำที่ใช้เพื่ออนุรักษ์สัตว์น้ำ ประมง กีฬาทางน้ำ ประเภทที่ 3 แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร ประเภทที่ 4 แหล่งน้ำเพื่ออุตสาหกรรม และประเภทที่ 5 แหล่งน้ำเพื่อประโยชน์ในการคมนาคมเนื่องจากมีปัญหที่เกิดกับทรัพยากรน้ำหลายอย่าง และปัญหาที่สำคัญ คือ การขาดแคลนน้ำ, น้ำท่วม และมลภาวะที่เกิดกับน้ำ

การจัดการทรัพยากรน้ำที่เหมาะสม มีการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำ อนุรักษ์แหล่งน้ำ ให้มีใช้ตลอดปี การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ร่วมมือในการเฝ้าระวัง และแก้ไขปัญหาหมลพิษทางน้ำ เพื่อให้มีน้ำใช้อย่างยั่งยืนต่อไป

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 ครูเปิดVCD เรื่อง ทรัพยากรน้ำ ให้นักเรียนดู 10 นาที แล้วใช้คำถามซักถามความรู้เดิมดังต่อไปนี้

- ประโยชน์ของน้ำมีในเรื่องใดบ้าง (แนวคำตอบ อุปโภคบริโภค, แหล่งอาหารของมนุษย์, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม, คมนาคมขนส่ง, ผลิตพลังงาน, และนันทนาการพักผ่อนหย่อนใจ)

- น้ำจัดเป็นทรัพยากรประเภทใด (แนวคำตอบ ใช้แล้วไม่หมดสิ้น เพียงแต่น้อยลง หรือมีมากจนเป็นภัย หรือเกิดมลภาวะ)
- แหล่งน้ำที่เห็นดังกล่าวคือที่ใดบ้าง (แนวคำตอบ 1. ทะเล 2. แหล่งน้ำผิวดิน 3. แหล่งน้ำใต้ดิน 4. หาดน้ำฟ้า)
- ปัญหาเกี่ยวกับน้ำมี 3 ประการหลัก ๆ คือ (แนวคำตอบ 1. ปัญหาการขาดแคลนน้ำ 2. ปัญหาอุทกภัย 3. ปัญหามลพิษทางน้ำ)
- ค่าที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ 1. pH 2. DO 3. BOD ฯลฯ)
- มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินมีกี่ประเภท ประเภทที่ 5 ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ในการทำอะไร (แนวคำตอบ 5 ประเภท และ ประเภทที่ 5 ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ในการคมนาคมเท่านั้น)
- การจัดการทรัพยากรน้ำหมายถึงอะไร และยกตัวอย่าง (แนวคำตอบ การป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นกับน้ำและการนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีพของมนุษย์ เช่น การปลูกจิตสำนึกการใช้น้ำ, การวางแผนการใช้น้ำ, การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่, การแก้ไขปัญหาหามลพิษของน้ำ)

2. ชั้นแจ้งจุดประสงค์ (ชั่วโมงที่ 1)

- 2.1 ครูเปิด powerpoint สไลด์ที่ 1-4 ให้นักเรียนเขียนโดยมีใจความวัตถุประสงค์ข้อ 1 คือ สามารถอธิบายแหล่งน้ำต่าง ๆ ในโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่าง ประโยชน์ และความสำคัญของน้ำได้
- 2.2 ครูเปิด powerpoint สไลด์ที่ 5-6 ให้นักเรียนเขียนโดยมีใจความวัตถุประสงค์ข้อ 2 คือ สามารถอธิบายมลภาวะทางน้ำ คุณภาพของน้ำ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ และการจัดลำดับคุณภาพของน้ำผิวดินได้ อธิบายเกณฑ์มาตรฐานน้ำที่จากแหล่งต่าง ๆ และปัญหาการจัดการน้ำที่ทำได้
- 2.3 ครูเปิด powerpoint สไลด์ที่ 7 ให้นักเรียนเขียนโดยมีใจความวัตถุประสงค์ข้อ 3 คือ สามารถสืบค้น วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหาเรื่องน้ำ การป้องกัน และแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำได้

3. ชั้นสร้างความรู้ (ชั่วโมงที่ 2)

- 3.1 ครูใช้คำถามกับนักเรียนดังนี้
 - มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำใดมากที่สุด และได้มาอย่างไร (แนวคำตอบ แหล่งน้ำผิวดิน ได้มาจากน้ำฝน และน้ำที่มีอยู่เดิม)
 - พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งน้ำประเภทใด (แนวคำตอบ แหล่งน้ำผิวดิน)
- 3.2 ครูเปิด powerpoint สไลด์ที่ 8-19 ให้นักเรียนดู โดยครูใช้คำถามดังนี้
 - นักเรียนคิดว่าปัญหามลพิษทางน้ำที่เห็นจากภาพ เกิดจากสาเหตุใด (แนวคำตอบ

1. ธรรมชาติ 2. น้ำทิ้งจากชุมชน 3. น้ำทิ้งจากเกษตรกรรม 4. น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม 5. น้ำทิ้งจากเหมืองแร่)

- ในท้องถิ่นของนักเรียนมีปัญหามลพิษทางน้ำ เกิดขึ้นจากแหล่งใด (แนวคำตอบ ส่วนใหญ่ คือ แหล่งชุมชน)

- น้ำเสียจากแหล่งใดมีสารมลพิษที่เกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิตมากที่สุด (แนวคำตอบ น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม)

3.3 ครูเปิด powerpoint สไลด์ที่ 20-40 ให้นักเรียนดู โดยครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนจะทราบอย่างไรว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำเสีย ดูจากอะไรได้บ้าง (แนวคำตอบ สี กลิ่น pH ค่า DO จุลินทรีย์ ฯลฯ ซึ่งจัดแบ่งเป็นสภาพทางกายภาพ สภาพทางเคมี และสภาพทางชีวภาพ)

- การตรวจสอบมลพิษทางน้ำนอกจากการหาค่า DO ยังสามารถใช้เกณฑ์ใดได้อีกบ้างอย่างไร (แนวคำตอบ 1. ตรวจค่า BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้า BOD สูงกว่า 10 mg/l แสดงว่าน้ำเสีย 2. ตรวจค่า COD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ ถ้า COD สูงกว่า 44 mg/l แสดงว่าน้ำเสีย 3. ตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มไม่ควรเกิน 10 MPN ต่อ 100 ml. 4. ค่า pH ไม่ควรต่ำกว่า 4 หรือสูงกว่า 9 ฯลฯ)

- องค์ประกอบของน้ำเสียมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ จุลินทรีย์ โลหะหนัก สารพิษ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ความร้อน น้ำมันและสิ่งสกปรก ของแข็ง สารที่เป็นกรด-ด่าง และ สารกัมมันตรังสี)

- น้ำเสียส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์และมนุษย์อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ พืชน้ำขาดออกซิเจน สารพิษเข้าไปสู่ห่วงโซ่อาหาร สัตว์น้ำขาดออกซิเจน ก็จะตายไป เกิด ปรากฏการณ์ที่ชื่อว่า Euthophication น้ำเปลี่ยนสี ถ้าในทะเลจะเรียก ปรากฏการณ์ red tide ขี้ปลาฉลาม ผลเสียต่อมนุษย์ 1. การประมง 2. สุขภาพ 3. เกษตรกรรม 4. ระบบนิเวศ 5. ทศนาการ)

3.4 นักเรียนสรุปมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินมี 5 ประเภท จากตารางค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (แนวคำตอบ ประเภทที่ 1 แหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำทิ้งทุกประเภท ประเภทที่ 2 แหล่งน้ำที่ใช้เพื่ออนุรักษ์สัตว์น้ำ ประมง กีฬาทางน้ำ ประเภทที่ 3 แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร ประเภทที่ 4 แหล่งน้ำเพื่ออุตสาหกรรม และประเภทที่ 5 แหล่งน้ำเพื่อประโยชน์ในการคมนาคม)

3.5 ครูให้ใบความรู้ที่ 6 และเอกสารวิธีการทดลองของการทดสอบคุณภาพน้ำดังนี้ ค่า DO, pH, hardness, Alkalinity, calcium, magnesium, nitrite, chlorine แล้วในวันที่เรียนครั้งต่อไปให้

นำน้ำในสระน้ำจากแหล่งต่างๆในโรงเรียนเช่นหลังอาคารวิทยาศาสตร์ ได้ทั้ง 4 จุด ใส่งวดหรือบีกเกอร์ มา 1 ขวด แนะนำอย่าแกว่งน้ำ และนำกระดาษทิชชู 1 ม้วนหรือผ้าเช็ดโต๊ะ 1 ผืน/ กลุ่ม

4. ชั้นกระบวนการกลุ่ม (ชั่วโมงที่ 3)

4.1 ครูเปิด VCD เรื่อง การวัดค่า DO ให้นักเรียนดู 2 นาที ซึ่งแจ้งว่ามีการวัดคุณภาพน้ำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่เราทำคือใช้ชุดทดสอบน้ำ จะได้ผลรวดเร็วกว่าเนื่องจากไม่ต้องเตรียมสารเคมี

4.2 นักเรียนนำน้ำที่ต้องการจะตรวจสอบคุณภาพมาทำการทดลองแล้วทำการทดลองในเวลา 40 นาที หลังจากนั้นครูถามคำถามในตอนสรุปผลดังนี้

- ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร (แนวคำตอบ น้ำที่นำมาในแต่ละแห่งจะมีคุณภาพแตกต่างกันอย่างไร)

- ก่อนการทดลองนักเรียนทำนายน้ำที่นำมาทดลองว่าเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ เสียบ้าง ไม่เสียบ้าง น่าจะเสียบ้าง)

4.3 แจกใบกิจกรรมให้นักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

- แต่ละกลุ่มทำการทดลอง โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันทำตามทีสมาชิกกลุ่มวางแผนทดลองในแต่ละหัวข้อย่อย เช่น ค่า DO, pH ทำทุกกลุ่ม ส่วน (hardness, Alkalinity, calcium, magnesium, nitrite, chlorine) ให้เลือกทำอย่างน้อย 3 ค่า

- สมาชิกกลุ่มอ่านวิธีตรวจสอบด้านหลังของกล่องหรือแผ่นกระดาษให้แน่ใจอีกแล้วทำการทดลอง โดยใช้ชุดทดสอบอย่างน้อย 3 ค่า เขียนผลการทดลองของกลุ่มตนเองในใบกิจกรรม

5. ชั้นนำเสนอแลกเปลี่ยน (ชั่วโมงที่ 4)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอค่า DO, pH, hardness, Alkalinity, calcium, magnesium, nitrite, chlorine โดยเขียนข้อมูลที่ได้จากการทดลองบนกระดานหน้าชั้นเรียน

5.2 นักเรียนตอบคำถามหรืออาจจะตั้งคำถามถามครู ดังต่อไปนี้

- สิ่งที่ต้องการรู้จากการทดลองนี้คืออะไร (แนวคำตอบ คุณภาพน้ำในแต่ละแห่ง)
- การทดลองคุณภาพของน้ำแต่ละแหล่งแตกต่างกันเพราะเหตุใด (แนวคำตอบ มวลสารในแต่ละที่ต่างกัน)

- ค่าแต่ละค่าแปลผลได้อย่างไร นอกจากค่า DO, pH (แนวคำตอบ hardness ค่าความกระด้างของน้ำ, Alkalinity ค่าความเป็นด่างของน้ำ, calcium ค่าปริมาณแคลเซียมในน้ำ, magnesium ค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำ, nitrite ค่าปริมาณไนไตรต์ในน้ำ, chlorine ค่าปริมาณคลอรีนในน้ำ)

- สรุปเป็นผลการทดลองได้อย่างไร (แนวคำตอบ น้ำในแต่ละที่มีคุณภาพต่างกัน)

- ผลการทดลอง นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร (แนวคำตอบ เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่นำไปสู่การแก้ปัญหาหน้าเสียในชุมชนได้)

6. ขันขยายความรู้ (ชั่วโมงที่ 4)

6.1 ครูถามนักเรียนว่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับน้ำ เช่น

- การตรวจสอบมลพิษทางน้ำโดยใช้ค่า BOD เป็นการหาสิ่งใด (แนวคำตอบ การหาปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการเพื่อใช้ในปฏิกิริย่าย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย)

- ค่า BOD บอกถึงอะไร (แนวคำตอบ คุณลักษณะของน้ำเสียนั้นว่ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มากน้อยแค่ไหน ถ้าสารอินทรีย์มาก ค่า BOD ก็จะมากด้วย ถ้ามีสารอินทรีย์น้อย ค่า BOD ก็จะน้อย)

- ค่า BOD บ่งบอกคุณภาพน้ำอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ ถ้าค่า BOD อยู่ระหว่าง 0-1.5 mg/l ดีเยี่ยม อยู่ระหว่าง 1.5-3.0 mg/l เยี่ยม อยู่ระหว่าง 3.0-6.0 mg/l ดี อยู่ระหว่าง 6-12 mg/l พอใช้ ถ้ามากกว่า 12 mg/l ไม่ดี)

6.2 ครูเปิด VCD เรื่อง รู้ทันน้ำเสีย ให้นักเรียนดู 9 นาที

6.3 ถ้ามีโลหะหนักเช่นปรอท จะทำให้เกิดโรคอะไร (แนวคำตอบ โรคมินามาตะ)

- ถ้ามีโลหะแคดเมียมจะทำให้เกิดโรคอะไร (แนวคำตอบ โรคอิไต อิไต)

7. ขันให้คิดต่อ (ชั่วโมงที่ 5)

7.1 ครูถามนักเรียนว่าวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับน้ำมีหลายด้านตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มีอะไรบ้างยกตัวอย่าง

- ภาพบึงมักกะสันและถามว่าเป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอะไร โดยสิ่งมีชีวิตอะไร (แนวคำตอบ การแก้ปัญหาน้ำเสีย โดยใช้ ผักตบชวาเป็นตัวดูดน้ำเสีย และต้องมีการนำผักตบชวาขึ้นมาด้วย และยังมีสาหร่ายสีเขียว และแบคทีเรีย)

- ฟนหลวง เป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอะไร และใช้สารเคมีอะไร และมีวิธีการอย่างไร (แนวคำตอบ การแก้ปัญหาคาบน้ำบาดาล น้ำ สารเคมีเช่น แคลเซียมคลอไรด์ ฯลฯ มีวิธีการ 3 ชั้น)

7.2 ครูเปิด VCD เรื่อง โครงการแก้มลิง ของในหลวง ให้นักเรียนดู 5 นาที

7.3 ครูให้นักเรียนคิดถึงการแก้ปัญหาน้ำเสียในระดับชาติอื่น ๆ (แนวคำตอบ เช่น กังหันชัยพัฒนา, การบำบัดน้ำเสียโดยทำให้เจือจาง (น้ำดีไล่น้ำเสีย), ใช้กระบวนการด้วยการทำให้ตกตะกอน, ผสมผสานระหว่างพืชน้ำกับระบบการเติมอากาศ ฯลฯ)

7.4 ครูปลุกฝังค่านิยมและทัศนคติในการใช้น้ำอย่างเหมาะสม และกล่าวชมนักเรียนที่ทำโครงการส่งเสริมการดูแลน้ำให้นักเรียนเป็นนักรักษ์น้ำที่ดี พุดถึงการไปเข้าค่าย รด. สอบภาคสนาม จะได้น้ำน้อยเพียง 5 ขัน เป็นต้น

7.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องวิธีการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

8. ขั้นตรวจสอบและติดตาม (ชั่วโมงที่ 5)

8.1 ครูให้นักเรียนตอบคำถามจำนวน 3 ข้อ แล้วเฉลยและประเมินการตอบคำถาม
ของนักเรียน

8.2 นักเรียนส่งสมุดและใบงาน รวมทั้งใบกิจกรรม

8.3 นักเรียนทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และแบบวัดการแก้ปัญหา

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือ

กรุณา นิมเรือง. (2559). *Compact ชีววิทยา ม.6 เล่ม 6*. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. (2556). *คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม*.

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรัศย์ เจนพานิชย์. (2552). *หนังสือชีววิทยา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ:
บูมคัลเลอร์ไลน์.

ชลรส สุรงค์ฉินสิน. (2541). *หนังสือประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ว 411*.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.

บัญชา แสนทวี และคณะ. (2541). *หนังสือเรียนสมบูรณ์แบบวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ว 411*.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.

เปรมจิต ลิ้มปะพันธุ์. (2545). *วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2540). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ : นานามีบุ๊กส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2540). *เอกสารสำหรับนักเรียนวิชา*

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ว 411 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.

ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา*

เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

อนิรุท พรหมเจริญ. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชา เพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*.

กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.

อิคนันท์ วิวัฒนรัตนบุตร และคณะ. (2556). *หลักชีววิทยา 2* (Sylvia S. Mader). กรุงเทพฯ:

แมคกรอ-ฮิล.

2. ชุดทดสอบน้ำอย่างง่าย
 3. อุปกรณ์การทดลอง
 4. ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง ทรัพยากรน้ำ
 5. ใบงานเรื่อง ทรัพยากรน้ำ
 6. VCD เรื่อง ทรัพยากรน้ำ จัดทำโดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 7. VCD เรื่อง โครงการแก้มลิง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
 8. VCD เรื่อง รู้ทันน้ำเสีย
 9. VCD เรื่อง การวัดค่า DO
 10. ใบกิจกรรมเรื่อง การตรวจคุณภาพน้ำ
- แหล่งเรียนรู้
1. ห้องสมุด 2. อินเทอร์เน็ต 3. โทรศัพท์มือถือ 4. แหล่งน้ำในโรงเรียน

8. การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|---|---|---|---|
| อธิบายแหล่งน้ำต่าง ๆ ในโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่าง ประโยชน์ และความสำคัญ ของน้ำได้ อธิบายดัชนีบ่งชี้ คุณภาพของน้ำ และการจัด ลำดับคุณภาพของน้ำผิวดิน ได้ อธิบายเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง จากแหล่งต่าง ๆ สืบค้น วิเคราะห์ห่อภิประาย และสรุป ปัญหาเรื่องน้ำ การป้องกัน และแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำได้ | ตอบคำถาม ในห้องเรียน และใบงาน ทำแบบวัดการคิด ทำแบบทดสอบ | ใบงาน แบบวัดการคิด แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ | ทำใบงานขั้นต่ำ 80% ทำแบบวัดได้ ไม่ต่ำกว่า 60 % |
| 2. สามารถทำกิจกรรม การตรวจสอบคุณภาพน้ำ | สังเกตทักษะ และการทำงานกลุ่ม | แบบสังเกตทักษะ การทำงานกลุ่ม | มีผลการประเมิน อยู่ในระดับดีขึ้นไป |
| 3.ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน ความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ | มีผลการประเมิน อยู่ในระดับดีขึ้นไป |

9. บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้

.....

1.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะ

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

.....

.....

4. บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายมณฑิธร ส่องเสริม)

วันที่.....

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วันที่ประเมิน.....เรื่องที่ยื่น.....ชั้น.....

| คุณลักษณะ | รายการประเมิน | ระดับ | | |
|-----------------------|--|-------|---|---|
| | | 3 | 2 | 1 |
| 1. มุ่งมั่นในการทำงาน | 1. มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย | | | |
| | 2. มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อความสำเร็จ | | | |
| 2. ซื่อสัตย์สุจริต | 1. ปฏิบัติตามระเบียบการสอบและไม่ลอกงาน | | | |
| | 2. ประพฤติปฏิบัติตรงต่อความเป็นจริงต่อผู้อื่น | | | |
| 3. ใฝ่หาความรู้ | 1. แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ | | | |
| | 2. มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ | | | |

| | | |
|------------------|--------------------------------------|---------|
| เกณฑ์การให้คะแนน | พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนสม่ำเสมอ | 3 คะแนน |
| | พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง | 2 คะแนน |
| | พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง | 1 คะแนน |

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 6-10 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง

คะแนน 11-14 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

คะแนน 15-18 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

ผลการประเมิน.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายมณฑิร ส่งเสริม)

วันที่.....

แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน

เรื่อง

ชั้น ม. 6/

รายชื่อสมาชิกกลุ่มที่.....

1.เลขที่
2.เลขที่
3.เลขที่
4.เลขที่
5.เลขที่

| เรื่องที่ประเมิน | ระดับคุณภาพ | | |
|--------------------------------------|-------------|---|---|
| | 3 | 2 | 1 |
| 1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น | | | |
| 2. ความกระตือรือร้นในการทำงาน | | | |
| 3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย | | | |
| 4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ | | | |
| 5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม | | | |

| | | |
|------------------|--------------------------------------|---------|
| เกณฑ์การให้คะแนน | พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนสม่ำเสมอ | 3 คะแนน |
| | พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง | 2 คะแนน |
| | พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง | 1 คะแนน |

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 5-7 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง

คะแนน 8 -12 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 13-15 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

ระดับคุณภาพโดยรวม คือ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วันที่ประเมิน.....เรื่องที่สอน..... ชั้น

| คุณลักษณะ | รายการประเมิน | ครูผู้สอนประเมิน | สรุป |
|--------------------------------|---|------------------|------|
| | | ระดับคุณภาพ | |
| 1. ความสามารถในการสื่อสาร | 1.1 มีความสามารถในการรับส่งสาร | | |
| | 1.2 มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม | | |
| | 1.3 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม | | |
| | 1.4 วิเคราะห์แสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสม | | |
| | 1.5 เขียนบันทึกเหตุการณ์ประจำวันและเล่าให้เพื่อนฟังได้ | | |
| 2. ความสามารถในการคิด | 2.1 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ | | |
| | 2.2 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์ | | |
| | 2.3 สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ | | |
| | 2.4 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ | | |
| | 2.5 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้ | | |
| 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา | 3.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้ | | |
| | 3.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา | | |
| | 3.4 แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ปัญหา | | |
| | 3.5 สามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมตามวัย | | |
| 4. ความสามารถในการทักษะชีวิต | 4.1 เรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสมตามวัย | | |
| | 4.2 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ | | |
| | 4.3 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน | | |
| | 4.4 จัดการแก้ปัญหาและความขัดแย้งได้อย่างเหมาะสม | | |
| | 4.5 หลีกเลี่ยงพฤติกรรมพึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเอง | | |
| 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | 5.1 เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมตามวัย | | |
| | 5.2 มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี | | |
| | 5.3 สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาตนเอง | | |
| | 5.4 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ | | |
| | 5.5 มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี | | |

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนสม่ำเสมอ

3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง

2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง

1 คะแนน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน



| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| กิจกรรมที่ 6 | เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำในท้องถิ่น | จำนวน 1 คาบ |
| ครูประจำวิชา ครูณเกียรติ ส่งเสริม | | |

1. ผลการเรียนรู้

1. ศึกษาสภาพทางกายภาพของน้ำในชุมชนพร้อมทั้งแสดงข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผล
2. ทำการทดลอง และใช้ชุดทดสอบน้ำอย่างง่ายได้

2. การมอบหมายนักเรียน

- ทำปฏิบัติการทุกกลุ่ม

3. อุปกรณ์/ สารเคมีที่ใช้

1.....2.....

4. วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนนำน้ำจากแหล่งต่างๆเพื่อศึกษาสภาพทางกายภาพของน้ำ
2. ลงมือทำการทดลอง โดยคุณลากจากชุดทดสอบต่างๆดังนี้ คือ pH , Ca , Mg , NO ฯลฯ
3. สรุปและเสนอผลการศึกษาทดลอง โดยแสดงข้อมูลลงบนตารางหน้าชั้นเพื่อวิเคราะห์ผลและอภิปราย

5. ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....



ใบความรู้ที่ 6 ทรัพยากรน้ำ

โดย ครูมณฑิยา ส่องเสริม

โลกนี้มีน้ำอยู่ 3 ใน 4 ส่วนแบ่งเป็นน้ำในมหาสมุทรร้อยละ 97.5 น้ำจืดร้อยละ 2.59 น้ำจืดที่มนุษย์ใช้ได้จริง ๆ เพียงร้อยละ 0.014 น้ำแข็งและภูเขาน้ำแข็งร้อยละ 1.984 น้ำใต้ดินร้อยละ 0.592 แหล่งน้ำที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้มี 4 แหล่งใหญ่ ๆ

1. หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) น้ำฝน น้ำค้าง
2. น้ำผิวดิน (Surface water) แม่น้ำ ลำคลอง
3. น้ำใต้ดิน (Underground water) น้ำบ่อ น้ำบาดาล
4. ทะเล มหาสมุทร

คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำคือ การเป็นตัวทำละลายสารอื่น ๆ คือ น้ำสามารถละลายสิ่งต่าง ๆ ให้กลายเป็นองค์ประกอบในตัวมันเองได้ น้ำจึงเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สะอาดอาหารต่าง ๆ ไว้ในตัวมากที่สุด

ประโยชน์ของน้ำ

น้ำมีความจำเป็นทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการพัฒนาประเทศ ประโยชน์ของน้ำ มีดังนี้คือ ใช้สำหรับการค้ำจุน การประกอบอาหาร ชำระร่างกายใช้สำหรับการเพาะปลูกเลี้ยงสัตว์ แหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ซึ่งคนเราใช้เป็นอาหาร สำหรับการอุตสาหกรรม ต้องใช้น้ำในขบวนการผลิตใช้ล้างของเสียใช้หล่อเครื่องจักรและระบายความร้อน ฯลฯ ในการทำนาเกลือโดยการระเหยน้ำเค็มจากทะเล น้ำเป็นแหล่งพลังงาน พลังงานจากน้ำ ซึ่งมีการสร้างเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า อีกทั้งแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งที่สำคัญ และทัศนียภาพของริมฝั่งทะเลหรือชายหาด และแหล่งน้ำตกก็เป็นแหล่งท่องเที่ยวของมนุษย์

ปัญหาสำคัญ ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับน้ำ

1. ปัญหาการมีน้ำน้อยเกินไป เกิดการขาดแคลนอันเป็นผลเนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ปริมาณน้ำฝนน้อยลง ขาดการวางแผนการใช้น้ำที่เหมาะสม ขาดการร่วมมือจากประชาชน ในการบำรุงรักษาแหล่งน้ำ เกิดความแห้งแล้งเสียหายต่อพืชเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ การแก้ปัญหาทำได้โดย การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ วางแผนการใช้น้ำในครัวเรือน สำรวจแหล่งน้ำบาดาล ใช้น้ำหมุนเวียน ทำฝนเทียม ป้องกันการสูญเสียน้ำโดยการสร้างท่อ แปรน้ำเค็มเป็นน้ำจืด ประหยัดฝึคนิสัยใช้น้ำอย่างคุ้มค่า

2. ปัญหาการมีน้ำมากเกินไป สาเหตุมาจาก ฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน น้ำทะเลหนุน การตัดไม้มากเกินไป ทำให้เกิดน้ำท่วมไหลบ่าในฤดูฝน ขาดการวางแผนการใช้ประโยชน์จากที่ดิน การขยายตัวของพื้นที่เมือง การบุกรุกพื้นที่ที่ก่อกองขยะขวางทางไหลน้ำลงสู่ทะเล การถมคูคลองระบายน้ำ สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือนถนนถูกทำลาย ประชาชนและสัตว์เลี้ยงล้มตาย ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย การแก้ปัญหาทำได้โดยสร้างเขื่อนหรือทำนบกั้นน้ำปลูกป่า ขุดลอกลำน้ำให้กว้างและลึก ย้ายประชาชนไปอยู่ที่ปลอดภัย วางมาตรการการขยายตัวของเมือง

3. ปัญหาน้ำเสีย เป็นปัญหาใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ เกิดจากน้ำทิ้งในแหล่งต่าง ๆ คือ ชุมชน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ฯลฯ

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของน้ำเสียและน้ำทิ้ง ดังนี้ น้ำเสีย (Waste water) หมายถึงของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งสารมลพิษที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

น้ำทิ้ง (Effluent) คือน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้ว และ/หรือ ไม่ได้รับการบำบัดซึ่งระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยผ่านการใช้ประโยชน์แล้วจากกิจกรรมทั้งหลายของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน กิจการ ร้าน อาหาร โรงแรม และโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากโรงงานเป็นน้ำโสโครกที่มีอันตรายที่สุดเพราะมีกากสารพิษได้แก่ โลหะหนัก น้ำมัน และสารละลายเจือปนอยู่ สารอินทรีย์คือ สารที่ประกอบด้วยไขมัน น้ำมัน และ โปรตีน สารอินทรีย์เป็นสิ่งปฏิกูลตัวสำคัญที่ทำให้เกิดความเน่าเสียขึ้นกับแหล่งน้ำทำให้น้ำเน่า มีกลิ่น หรือมีสีค้ำคัล้า ซึ่งมีสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่อยู่ในน้ำ มีหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยการใช้ออกซิเจนเข้ามาช่วย ดังนั้นปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำยิ่งเพิ่มขึ้นเท่าใด จุลินทรีย์ก็จะดึงออกซิเจนมาช่วยในการย่อยสลายมากขึ้นเท่านั้น และการนำเอาออกซิเจนมาใช้มากเกินไปทำให้แหล่งน้ำนั้น ๆ ขาดแคลนออกซิเจน กลายเป็นแหล่งน้ำเสีย

ดัชนีที่ใช้วัดคุณภาพน้ำมีหลายค่าที่นิยมใช้ทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และชีววิทยามีดังนี้

ค่าดีไอ (Dissolved Oxygen) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ถ้าน้ำมีของเสียที่เป็นสารอินทรีย์มาก ออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็จะถูกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์มาก ค่า DO จึงลดลง ถ้าน้อยกว่า 3 mg/l จัดเป็นน้ำเสีย

ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าน้ำทิ้งมีสารอินทรีย์สูง ทำให้จุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มาก ค่าบีโอดีน้ำนั้นก็จะสูงด้วย ค่า BOD ถ้ามักกว่า 12 mg/l จัดเป็นน้ำเสีย

ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) คือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ ถ้า COD สูงกว่า 44 mg/l จัดเป็นน้ำเสีย

ฟีคอลลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย(Fecal coliform bacteria)เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของ คนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ มักพบเป็นสาเหตุของการเกิดโรคระบาด ในระบบทางเดินอาหาร แบคทีเรียชนิดนี้ เช่น อีโคไล (*E. coli*) ดังนั้นหากตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ ในน้ำมากเกิน 10 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ไม่ควรนำมาดื่ม เกิน 10,000 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ไม่ควรนำมาทำน้ำประปา ถ้าเกิน 20,000 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร แสดงว่าน้ำนั้นปนเปื้อนเชื้อโรค มากไม่ควรลงเล่นน้ำหรือใช้อาบ

สารเคมีที่ใช้ในการซักล้างทำความสะอาด หรือสารซักฟอกส่วนใหญ่จะมีสารฟอสเฟต เป็นองค์ประกอบ เมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำก็จะกลายเป็นธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชน้ำ ทำให้ สาหร่ายและพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนแพร่กระจายปกคลุมผิวน้ำทำให้แสงสว่างไม่สามารถ ส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง เมื่อสาหร่ายและพืชน้ำเหล่านี้ ตายลงจะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ เมื่อออกซิเจนกลุ่มที่มี อยู่ในน้ำหมดไป จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายแทน ทำให้น้ำ เกิดการเน่าเสียปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)

การรั่วไหลของน้ำมันในทะเล บางครั้งเกิดจากการรั่วไหลซึมของบ่อน้ำมันหรือท่อน้ำมัน หรือจากเรือบรรทุกน้ำมัน เมื่อรั่วไหลลงสู่ทะเลแล้ว น้ำมันก็จะกระจายแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ปกคลุม พื้นผิวน้ำ คราบน้ำมันจะเกาะจับบนปีกนกที่บิน โฉบลงมาหากินในทะเล ทำให้ปีกของนกเหนียวเหนียว แผ่นกางปีกออกบินไม่ได้ นอกจากนี้บางครั้งคราบน้ำมันก็เข้าไปอุดตันในเหงือกปลาทำให้ปลา หายใจไม่ได้ และบางส่วนของน้ำมันก็จะซึมลงไปใ้ในฟองไข่ของสัตว์น้ำที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้ ตัวอ่อนในไข่ตาย

การบำบัดน้ำเสีย คือ กระบวนการฟื้นฟูคุณภาพความสะอาดให้กับน้ำที่ผ่านการใช้มาแล้ว การบำบัดน้ำเสียมี 4 ประเภท คือ

1. การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางกายภาพ กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของแข็ง หรือสิ่งแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำ เช่น การใช้ตาข่ายหรือตะแกรงดัก การใช้บ่อคัดตะกอน การใช้บ่อดักไขมัน การกรอง และการทำให้ สิ่งสกปรกลอยตัวบนผิวน้ำ วิธีนี้ช่วยลดความสกปรกน้ำถึง 30-50% และใช้เป็นกระบวนการแรก ในการบำบัดน้ำเสียร่วมกับกระบวนการอื่น เช่น กังหันชัยพัฒนาของในหลวงรัชกาลที่ 9

2. การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางเคมี เป็นวิธีที่ยุ่งยากขึ้นและค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องใช้สารเคมีเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของสารละลาย ส่วนมากเป็นสารอนินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากโดยธรรมชาติ มีวิธีการหลายวิธีเช่น การทำให้สภาพของน้ำเสียเป็นกลาง การเติมสารเคมีลงไปเพื่อให้เกิดการตกตะกอน การออกซิเดชัน-รีดักชัน เป็นการเติมหรือลดออกซิเจน และการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน

3. การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีววิทยา เป็นวิธีที่ง่ายต่อการดูแล และบำรุงรักษา กว่าวิธีทางเคมี เพราะประหยัด รวดเร็ว และได้ผลดี โดยทั่วไปคนจะนิยมเลือกใช้กระบวนการนี้มากในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

4. การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการผสมผสานอาจจะเป็นทางกายภาพ-เคมี, กายภาพ-ชีววิทยา หรือทั้ง 3 แบบผสมผสาน เช่น โรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง กรุงเทพฯ

การจัดการทรัพยากรน้ำ

การจัดการทรัพยากรน้ำหมายถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับน้ำและการนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีพของมนุษย์

1. การปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างมีคุณค่า
2. การวางแผนการใช้น้ำให้มีน้ำใช้ตลอดกาล
3. การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่
4. การพัฒนาแหล่งน้ำเดิมเช่นการขุดลอกกูกคลอง
5. การปลูกต้นไม้ให้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร
6. การแก้ไขมลพิษของน้ำ เช่น บำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยา บำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

การอนุรักษ์น้ำ

การอนุรักษ์น้ำ หมายถึง การป้องกันปัญหาที่พึงจะเกิดขึ้นกับน้ำ และการนำน้ำมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เราจึงควรช่วยกันแก้ปัญหาการสูญเสียทรัพยากรน้ำด้วยการอนุรักษ์น้ำดังนี้

1. การปลูกป่า

โดยเฉพาะการปลูกป่าบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ หรือบริเวณพื้นที่ภูเขา เพื่อให้ต้นไม้เป็นตัวกักเก็บน้ำตามธรรมชาติ ทั้งบนดินและใต้ดิน แล้วปลดปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องตลอดปี รวมทั้งยังสามารถป้องกันปัญหาอื่น ๆ ได้ เช่น ปัญหาการพังทลายของดิน ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเกิดน้ำท่วม

2. การพัฒนาแหล่งน้ำ

เนื่องจากปัจจุบันแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ เกิดสภาพตื้นเขินเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำที่จะกักขังไว้มีปริมาณลดลง การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อให้มีน้ำเพียงพอจึงจำเป็นต้องทำการขุดลอกแหล่งน้ำให้กว้างและลึกใกล้เคียงกับสภาพเดิมหรือมากกว่า ตลอดจนการจัดการแหล่งน้ำเพิ่มเติม อาจจะทำให้เกิดการขุดเจาะน้ำบาดาลมาใช้ ซึ่งต้องระวังปัญหาการเกิดแผ่นดินทรุด หรือการขุดเจาะแหล่งน้ำผิวดินเพิ่มเติม

3. การสงวนน้ำไว้ใช้

เป็นการวางแผนการใช้น้ำเพื่อให้มีปริมาณน้ำที่มีคุณภาพมาใช้ประโยชน์ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำบ่อหรือสระเก็บน้ำ การหาภาชนะขนาดใหญ่เพื่อกักเก็บน้ำฝน (เช่น โองหรือแท็งก์น้ำ) รวมทั้งการสร้างอ่างเก็บน้ำ และระบบชลประทาน

4. การใช้น้ำอย่างประหยัด

สามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าน้ำลงได้ ปริมาณน้ำเสียที่จะทิ้งลงแหล่งน้ำมีปริมาณน้อยลง และป้องกันปัญหาการขาดแคลนน้ำ

5. การป้องกันการเกิดมลพิษของน้ำ

สำหรับประชาชนทั่วไป สามารถช่วยป้องกันการเกิดน้ำเน่าเสียได้ด้วยการไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งปฏิกูล หรือสารพิษลงสู่แหล่งน้ำ

6. การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับไปใช้ใหม่

สำหรับกิจการของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่เกิดจากกระบวนการผลิตซึ่งมีอุณหภูมิสูง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น สามารถนำไปใช้ใหม่ได้แม้แต่น้ำเสียเมื่อผ่านระบบบำบัดสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมบางอย่างของโรงงานได้ เช่น การทำความสะอาดโรงงาน อุปกรณ์เครื่องมือบางอย่าง



ใบงาน เรื่อง ทรัพยากรน้ำ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำใดมากที่สุด

ตอบ.....

.....

2. พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งน้ำประเภทใด

ตอบ.....

.....

3. แหล่งที่มาของน้ำเสียมีอะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

4. นักเรียนจะทราบอย่างไรว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำเสีย ดูจากอะไรได้บ้าง

ตอบ.....

.....

5. การตรวจสอบมลพิษทางน้ำนอกจากการหาค่า DO ยังสามารถใช้เกณฑ์ใดได้บ้าง อย่างไร

ตอบ.....

.....

6. องค์ประกอบของน้ำเสียมีอะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

7. น้ำเสียส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์และมนุษย์อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....

8. การจัดการทรัพยากรน้ำหมายถึงอะไร และยกตัวอย่าง

ตอบ.....

.....

9. จงเขียนประโยชน์ของคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินทั้ง 4 ประเภท

| ประเภทแหล่งน้ำ | คุณภาพน้ำ | การใช้ประโยชน์ | pH | DO mg/l | BOD mg/l | โคลิ ฟอร์ม MPN/1 00 ml |
|----------------|--|--|-----------------|------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติก่อน | | | | |
| | | | ← ตามธรรมชาติ → | | | |
| 2 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน | 5-9 | >6 | <1.5 | 1,000 |
| 3 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรครตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและเพื่อการ..... | 5-9 | >4 | <2 | 4,000 |
| 4 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรครตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อนและเพื่อการ..... | 5-9 | >2 | <4 | 4,000 |
| 5 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการคมนาคม | - | <2 | >4 | >4,000 |

เฉลยใบงาน เรื่อง ทรัพยากรน้ำ

1. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำใดมากที่สุด

แนวคำตอบ แหล่งน้ำผิวดิน

2. พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งน้ำประเภทใด

แนวคำตอบ แหล่งน้ำผิวดิน

3. แหล่งที่มาของน้ำเสียมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ 1. ชุมชน 2. น้ำทิ้งจากชุมชน 3. น้ำทิ้งจากเกษตรกรรม 4. น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม 5. น้ำทิ้งจากเหมืองแร่

4. นักเรียนจะทราบอย่างไรว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำเสีย ดูจากอะไรได้บ้าง

แนวคำตอบ สี กลิ่น pH จุลินทรีย์ ฯลฯ ซึ่งจัดแบ่งเป็นสภาพทางกายภาพ สภาพทางเคมี และสภาพทางชีวภาพ

5. การตรวจสอบมลพิษทางน้ำนอกจากการหาค่า DO ยังสามารถใช้เกณฑ์ใดได้อีกบ้าง อย่างไร

แนวคำตอบ 1. ตรวจค่า BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้า BOD สูงกว่า 12 mg/l แสดงว่าน้ำเสีย 2. ตรวจค่า COD คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ ถ้า COD สูงกว่า 44 mg/l แสดงว่าน้ำเสีย 3. ตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มไม่ควรเกิน 10 MPN ต่อ 100 ml. 4. ค่า pH ไม่ควรต่ำกว่า 4 หรือสูงกว่า 9 และ ฯลฯ

6. องค์ประกอบของน้ำเสียมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ จุลินทรีย์ โลหะหนัก สารพิษ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ความร้อน น้ำมันและสิ่งสกปรกลอย ของแข็ง สารที่เป็นกรด-ด่าง และ สารกัมมันตรังสี

7. น้ำเสียส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์และมนุษย์อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ พืชน้ำขาดออกซิเจน สารพิษเข้าไปสู่ห่วงโซ่อาหาร สัตว์น้ำขาดออกซิเจน ก็จะตายไป ผลเสียต่อมนุษย์ 1. การประมง 2. สุขภาพ 3. เกษตรกรรม 4. ระบบนิเวศ 5. ทักษนาการ

8. การจัดการทรัพยากรน้ำหมายถึงอะไร และยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ การป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นกับน้ำและการนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีพของมนุษย์ เช่น การปลูกจิตสำนึกการใช้น้ำ, การวางแผนการใช้น้ำ, การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่, การแก้ไขปัญหามลพิษของน้ำ

9. แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

| ประเภทแหล่งน้ำ | คุณภาพน้ำ | การใช้ประโยชน์ | pH | DO mg/l | BOD mg/l | โคลิฟอร์ม MPN/100ml |
|----------------|--|---|-----------------|------------|-------------|------------------------|
| 1 | แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ ก่อน เพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐานและเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ | | | | |
| | | | ← ตามธรรมชาติ → | | | |
| 2 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนเพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำเพื่อการประมงและการว่ายน้ำและการกีฬาทางน้ำ | 5-9 | >6 | <1.5 | 1,000 |
| 3 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและเพื่อการเกษตร | 5-9 | >4 | <2 | 4,000 |
| 4 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อนและเพื่อการอุตสาหกรรม | 5-9 | >2 | <4 | 4,000 |
| 5 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท | เพื่อการคมนาคม | - | <2 | >4 | >4,000 |

ภาคผนวก ข

- ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
- ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์, แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ, แบบวัดการคิดแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ทรัพยากรน้ำ, ดินและอากาศ
- ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ตารางที่ 10 ค่าความตรงเชื่อถือ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) |
|--|--------------|--------------|------------------|------------------------------------|
| | +1 (ดี) | 0 (พอใช้) | -1 (ปรับปรุง) | |
| สาระสำคัญ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สาระการเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| กระบวนการจัดการเรียนรู้ | | | | |
| ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสร้างความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นกระบวนการกลุ่ม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นขยายความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสอนให้คิดต่อ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นตรวจสอบและติดตาม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สื่อการเรียนการสอน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |
| การวัดและประเมินผล | | | | 1.00 |
| แบบรายงานผลการประเมิน | | | | 1.00 |
| พฤติกรรมการเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| แบบประเมินคุณลักษณะ | | 0 | 0 | 1.00 |
| อันพึงประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ใบงาน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |

ตารางที่ 11 ค่าความตรงเชื่อถือ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) |
|--|--------------|--------------|------------------|------------------------------------|
| | +1 (ดี) | 0 (พอใช้) | -1 (ปรับปรุง) | |
| สาระสำคัญ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สาระการเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| กระบวนการจัดการเรียนรู้ | | | | |
| ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสร้างความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นกระบวนการกลุ่ม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นขยายความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสอนให้คิดต่อ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นตรวจสอบและติดตาม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สื่อการเรียนการสอน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |
| การวัดและประเมินผล | | | | |
| แบบรายงานผลการประเมิน | | | | |
| พฤติกรรมกรเรียน | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| แบบประเมินคุณลักษณะ | | | | |
| อันพึงประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ใบงาน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |

ตารางที่ 12 ค่าความตรงเชื่อถือ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) |
|--|--------------|--------------|------------------|------------------------------------|
| | +1 (ดี) | 0 (พอใช้) | -1 (ปรับปรุง) | |
| สาระสำคัญ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สาระการเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| กระบวนการจัดการเรียนรู้ | | | | |
| ขั้นกระตุ้นระลึกความรู้เดิม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแจ้งจุดประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสร้างความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นกระบวนการกลุ่ม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นขยายความรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นสอนให้คิดต่อ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ขั้นตรวจสอบและติดตาม | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| สื่อการเรียนการสอน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |
| การวัดและประเมินผล | | | | |
| แบบรายงานผลการประเมิน | | | | |
| พฤติกรรมการเรียนรู้ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| แบบประเมินคุณลักษณะ | | | | |
| อันพึงประสงค์ | 5 | 0 | 0 | 1.00 |
| ใบงาน | 4 | 1 | 0 | 0.80 |

ตารางที่ 13 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (แบบปรนัย)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจ จำแนก (r) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .64 | .48 |
| 2 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .75 | .44 |
| 3 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .93 | .13 |
| 4 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .42 | -.13 |
| 5 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | 1.00 | .04 |
| 6 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .87 | .04 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .98 | .08 |
| 8 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .69 | .22 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .73 | .39 |
| 10 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .84 | .17 |
| 11 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .47 | .22 |
| 12 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .67 | .17 |
| 13 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .93 | .17 |
| 14 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | 1.00 | .04 |
| 15 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .95 | .13 |
| 16 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .64 | .22 |
| 17 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .86 | .30 |
| 18 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .79 | .35 |
| 19 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .91 | .22 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .62 | .61 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .84 | .35 |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .86 | .30 |
| 23 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .60 | .22 |
| 24 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .80 | .35 |
| 25 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .75 | .52 |
| 26 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .66 | .52 |
| 27 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .60 | .22 |
| 28 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .31 | .17 |
| 29 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .71 | .44 |
| 30 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .48 | .61 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.76

ตารางที่ 14 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (แบบปรนัย)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจ จำแนก (r) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .78 | .17 |
| 2 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .37 | .22 |
| 3 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .83 | .26 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .65 | .26 |
| 5 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .89 | .22 |
| 6 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .28 | .39 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .46 | .22 |
| 8 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .50 | .30 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .80 | .22 |
| 10 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .33 | .39 |
| 11 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .89 | .04 |
| 12 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .78 | .35 |
| 13 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .76 | .39 |
| 14 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .28 | .22 |
| 15 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .72 | .30 |
| 16 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .94 | .13 |
| 17 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .63 | .13 |
| 18 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .91 | -.08 |
| 19 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .89 | -.04 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .74 | .09 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .89 | .04 |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .89 | .04 |
| 23 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .63 | .13 |

ตารางที่ 14 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 24 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .78 | .17 |
| 25 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .50 | .39 |
| 26 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .81 | .13 |
| 27 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .67 | .39 |
| 28 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .74 | .52 |
| 29 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .50 | .48 |
| 30 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .67 | .04 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.75

ตารางที่ 15 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยาก (*p*) ค่าอำนาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ (แบบอัตนัย)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .51 | .35 |
| 2 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .35 | .12 |
| 3 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .54 | .21 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .64 | .16 |
| 5 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .72 | .30 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.50

ตารางที่ 16 ค่าความตรงเชื่อเนื้อหา (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดแก้ปัญหา (แบบปรนัย)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจ จำแนก (r) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .54 | .44 |
| 2 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .61 | .45 |
| 3 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .51 | .72 |
| 4 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .74 | .01 |
| 5 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .52 | .16 |
| 6 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .80 | .14 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .22 | .14 |
| 8 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .85 | .02 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .65 | .42 |
| 10 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .57 | .59 |
| 11 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .74 | .28 |
| 12 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .70 | .45 |
| 13 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .70 | .45 |
| 14 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .63 | .11 |
| 15 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 | .26 |
| 16 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .74 | .54 |
| 17 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .70 | .47 |
| 18 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .83 | .13 |
| 19 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .89 | .15 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .87 | .03 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .96 | .09 |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .65 | -.14 |
| 23 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .91 | -.10 |

ตารางที่ 16 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 24 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .91 | .03 |
| 25 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .67 | .39 |
| 26 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .24 |
| 27 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 | .21 |
| 28 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .35 | .45 |
| 29 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .74 | .07 |
| 30 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .70 | .11 |
| 31 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .78 | .21 |
| 32 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .72 | .13 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.75

ตารางที่ 17 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาชีพวิชาชีววิทยา (แบบปรนัย)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจ จำแนก (r) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .72 | .09 |
| 2 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .57 | .29 |
| 3 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .38 | .33 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .25 | .17 |
| 5 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .29 |
| 6 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .53 | .38 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .46 |
| 8 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .47 | .17 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .08 | .08 |
| 10 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .51 | .00 |
| 11 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .29 |
| 12 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .55 | .42 |
| 13 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .64 | .33 |
| 14 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .23 | .21 |
| 15 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .32 | -.04 |
| 16 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .68 | .08 |
| 17 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .64 | .33 |
| 18 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .94 | .17 |
| 19 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .83 | .21 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .04 | .00 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .45 | .21 |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .29 |
| 23 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .13 |

ตารางที่ 17 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 24 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .21 | .09 |
| 25 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 | .04 |
| 26 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .62 | .04 |
| 27 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .61 | .29 |
| 28 | 3 | 2 | 0 | 0.60 | .40 | .38 |
| 29 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .85 | .25 |
| 30 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .70 | .38 |
| 31 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .40 | .04 |
| 32 | 3 | 2 | 0 | 0.60 | .17 | .08 |
| 33 | 3 | 2 | 0 | 0.60 | .19 | -.13 |
| 34 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .66 | .29 |
| 35 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .72 | .42 |
| 36 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .42 | .42 |
| 37 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .83 | .29 |
| 38 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .74 | .13 |
| 39 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .64 | .00 |
| 40 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .70 | .38 |
| 41 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .15 | .13 |
| 42 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .62 | .04 |
| 43 | 3 | 2 | 0 | 0.60 | .21 | .00 |
| 44 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .21 | .25 |
| 45 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .38 | .17 |
| 46 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 | .13 |
| 47 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .87 | .04 |

ตารางที่ 17 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรง เชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าความยาก (<i>p</i>) | ค่าอำนาจ จำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | | |
| 48 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .38 | .17 |
| 49 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 | .21 |
| 50 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .80 | .25 |
| 51 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .64 | .17 |
| 52 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .09 | -.08 |
| 53 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .76 | .33 |
| 54 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .62 | .21 |
| 55 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .70 | .21 |
| 56 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .53 | .29 |
| 57 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .72 | .25 |
| 58 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .66 | .46 |
| 59 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .83 | .29 |
| 60 | 4 | 1 | 0 | 0.80 | .74 | .38 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.79

ตารางที่ 18 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|--------|--------------|---------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .58 |
| 2 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .60 |
| 3 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .14 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .63 |
| 5 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .52 |
| 6 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .67 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .59 |
| 8 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .76 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .41 |
| 10 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .59 |
| 11 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .30 |
| 12 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .59 |
| 13 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .49 |
| 14 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .41 |
| 15 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 |
| 16 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .71 |
| 17 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .60 |
| 18 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .17 |
| 19 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .73 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .60 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .55 |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .42 |
| 23 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .59 |

ตารางที่ 18 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) | ค่าอำนาจจำแนก (<i>r</i>) |
|--------|--------------|---------|------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | +1 | 0 | -1 | | |
| | (ดี) | (พอใช้) | (ปรับปรุง) | | |
| 24 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .28 |
| 25 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .66 |
| 26 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .57 |
| 27 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .71 |
| 28 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .18 |
| 29 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .59 |
| 30 | 5 | 0 | 0 | 1.00 | .25 |

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่น 0.93

T-Test

Paired Samples Statistics

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|-------|--------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | post1 | 16.500 | 46 | 2.1055 | .3104 |
| | pre1 | 9.870 | 46 | 1.4698 | .2167 |
| Pair 2 | post2 | 11.43 | 46 | 2.325 | .343 |
| | pre2 | 7.83 | 46 | 1.877 | .277 |
| Pair 3 | post3 | 13.870 | 46 | 1.6139 | .2380 |
| | pre3 | 8.891 | 46 | 1.5525 | .2289 |
| Pair 4 | post4 | 18.978 | 46 | 2.5429 | .3749 |
| | pre4 | 16.370 | 46 | 3.1081 | .4583 |

Paired Samples Correlations

| | | N | Correlation | Sig. |
|--------|--------------|----|-------------|------|
| Pair 1 | post1 & pre1 | 46 | .610 | .000 |
| Pair 2 | post2 & pre2 | 46 | .644 | .000 |
| Pair 3 | post3 & pre3 | 46 | .163 | .280 |
| Pair 4 | post4 & pre4 | 46 | .718 | .000 |

Paired Samples Test

| | | Paired Differences | | | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|--------------|--------------------|-------------------|-----------------------|---|--------|--------|----|--------------------|
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 | post1 - pre1 | 6.6304 | 1.6781 | .2474 | 6.1321 | 7.1288 | 26.798 | 45 | .000 |
| Pair 2 | post2 - pre2 | 3.609 | 1.819 | .268 | 3.068 | 4.149 | 13.453 | 45 | .000 |
| Pair 3 | post3 - pre3 | 4.9783 | 2.0493 | .3021 | 4.3697 | 5.5868 | 16.476 | 45 | .000 |
| Pair 4 | post4 - pre4 | 2.6087 | 2.1856 | .3222 | 1.9597 | 3.2577 | 8.095 | 45 | .000 |