

การพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2559

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุซฐฎับัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มิถุนายน 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2559

ชลฤทัย ทวีแสง. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริม
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
คณะกรรมการควบคุม: ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมูล,ดร.พินิจ
ข้าววงษ์.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บน
ฐานเมตาด้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่ม
ตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งของสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ปีการศึกษา 2557 แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน
และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดการ
คิดเชิงวิทยาศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจที่มี
ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมตาด้าเลเวล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการ
ทดสอบค่าทีแบบ สองกลุ่มที่เป็นอิสระและไม่เป็นอิสระจากกัน ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
มีขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลง
ข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้า
เลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ.05

3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บน
ฐานเมตาด้าเลเวลหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้า
เลเวล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บน
ฐานเมตาด้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ที่ระดับ .05

6. ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง
วิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกด้านประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรม
การเรียนรู้ 3) ด้านสื่อการเรียนรู้ 4) ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และ 5) ด้านผู้สอน

THE DEVELOPMENT OF THE MATA - LEVEL BASED LEARNING MODEL
TO ENHANCE SCIENTIFIC THINKING OF 7th GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
June 2016

Chonruthai Taweasang. (2016). *The Development of The Meta-Level Based Learning Model to Enhance Scientific Thinking of 7th Grade Students*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok. Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Theerapong Sangpradit , Dr.Chaninan Pruekpramool, Dr.Pinit Khumwong.

The purposes of this study were to develop a learning model and to examine the effect of a meta-level based learning model to enhance the scientific thinking of 7th Grade students. The samples used in this study were 7th Grade students who studied in a school under the authority of the Secondary Educational Service Area Office 27 of Thailand in the 2014 academic year. The samples were divided into 2 groups, experimental and control groups with 45 students in each group. The research instruments used in this study were 1) Scientific thinking test 2) Achievement test and 3) Student's satisfaction questionnaire regarding the Meta-level based learning model. The research data were analyzed by using t-test for dependent and independent samples.

The results of the study revealed that:

1. The Meta-Level based learning model to enhance scientific thinking consisted of 5 steps—(1) Problem identifying, (2) Searching, (3) Checking, (4) Inferring, and (5) Argumenting;
2. The scientific thinking ability posttest scores of students who studied with the Meta-level based learning model to enhance scientific thinking were significantly higher than their pretest scores at a level of .05;
3. The scientific thinking ability posttest scores of students who studied with the Meta-level based learning model were significantly higher than those of students who studied with traditional learning at a level of .05;
4. The achievement posttest scores of students who studied with the Meta-level based learning model were significantly higher than pretest scores at a level of .05;
5. The achievement posttest scores of students who studied with the Meta-level based learning model were significantly higher than those of students who studied with traditional learning at a level of .05; and
6. Students who studied using the Meta-level based learning model were satisfied with their learning at a high level in all aspects which were (1) the content, (2) learning activities, (3) learning materials, (4) measurement and evaluation, and (5) the teacher.

ประกาศคุณูปการ

รายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จและสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ อาจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษ์ประมูล และ อาจารย์ ดร.พินิจ ขาววงษ์ ให้คำแนะนำปรึกษาในด้านความรู้ ความคิด และการปฏิบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย เกี่ยวกับการทำ รายงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งอย่างหาที่เปรียบมิได้ ที่ได้รับความกรุณาด้วยดีเสมอมาและ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และอาจารย์ ดร. กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และช่วยตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้และให้ความช่วยเหลือแนะนำแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง ต่างๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ทวีแสง ที่ได้อบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจ และให้ความรักความห่วงใย แก่ผู้วิจัยอย่างดียิ่งมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอด ระยะเวลาที่ศึกษาและทำปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครู และขอบคุณนักเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ความสำเร็จ ความภาคภูมิใจ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากการทำปริญญานิพนธ์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา คุณมารดา และบูรพาจารย์ที่ได้รับอบรมสั่งสอนให้ ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่ง

ชลฤทัย ทวีแสง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของวิจัย	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
สมมติฐานการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	14
ลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	14
ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	16
องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	17
ความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	20
ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	20
การส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	22
การวัดผลและประเมินของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	25
กระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวล	26
ความหมายของกระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวล	26
ลักษณะของกระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวล	27
กระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวลกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	33
รูปแบบการจัดการเรียนรู้	34
ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	34
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	35
ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	36
ขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	37
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	42
ความพึงพอใจ	44
ความหมายของความพึงพอใจ	44
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	44
วิธีสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้	45
การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ	46
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	48
การศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐาน	51
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	53
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล	68
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	69
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	70
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	75
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	75
การวิเคราะห์การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	85
การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	103
ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	105

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 อภิปรายผลการวิจัย	110
คำถามวิจัย	110
ความมุ่งหมายของการวิจัย	110
สมมติฐานการวิจัย	110
ขอบเขตของการวิจัย	111
เครื่องมือวิจัย	112
การเก็บรวบรวมข้อมูล	112
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	113
สรุปผลการวิจัย	113
อภิปรายผลการวิจัย	115
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริม	
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	115
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	118
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	121
ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้	125
ข้อเสนอแนะ	126
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้	126
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	127
บรรณานุกรม	128
ภาคผนวก	138
ภาคผนวก ก	139
ภาคผนวก ข	141
ภาคผนวก ค	157
ประวัติย่อผู้วิจัย	163

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เชิงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อ ส่งเสริมการคิดวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้สอนและพฤติกรรมผู้เรียน	54
2 ลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	78
3 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลัง เรียน	86
4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียน ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริม การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	87
5 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการ เรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่ เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	102
6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	103
7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามเนื้อหาย่อยของผู้เรียน ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิด เชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน	104
8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการ เรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่ เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	105
9 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อ ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	106
10 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐาน ของเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	142
11 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐาน ของเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	143
12 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ บนฐาน ของเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	144
13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	149

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P)และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	150
15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	151
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	153
17 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อ รูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรนามแม่ตำเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	154
18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมิน ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรนามแม่ตำเลเวล.....	156

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2 แนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Concept of Scientific Thinking)	15
3 องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Elements of Scientific Thinking) ...	18
4 พฤติกรรมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	19
5 ขั้นสืบเสาะ/สืบค้น (Inquiry Phase)	29
6 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis Phase)	30
7 ขั้นการลงข้อสรุป (Inference Phase)	31
8 บทบาทกระบวนการคิดบนฐานเมตาคognitive ในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (The Role of Meta-Level Operators in Scientific Thinking)	32
9 แบบแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการสอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	38
10 ความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์	41
11 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	41
12 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	50
13 แบบแผนการวิจัย	52
14 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาคognitive เพื่อส่งเสริมการคิด เชิงวิทยาศาสตร์	60
15 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	64
16 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	66
17 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อ ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	68
18 การระบุปัญหา (Problem Identifying)	79
19 การสืบค้น (Searching)	80
20 การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking)	81
21 การลงข้อสรุป (Inferring)	82
22 การโต้แย้ง (Argumenting)	83
23 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาคognitive เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้น	84

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความสามารถในการคิดมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก การดำรงชีวิตอย่างปกติสุขและประสบความสำเร็จ เป็นผลมาจากการคิดที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่เดียวกันความล้มเหลว ความเสียหายและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก็เป็นผลมาจากการคิดด้วยเช่นกัน ดังนั้นมนุษย์ควรเรียนรู้ และได้รับการฝึกฝนเพื่อพัฒนาการคิด ให้มีปัญญา ฉลาด รู้คิด ไม่มึนงง (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2556: 1) นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการคิดไว้หลายประเภท เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิพากษ์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545; ทิศนา ขัมมณี. 2544; สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2548) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) เป็นการคิดรูปแบบหนึ่งที่เน้นการคิดที่เป็นเหตุผล ผ่านการใคร่ครวญ ตรวจสอบและมีหลักฐานอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ด้วยเหตุนี้ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกสมัยใหม่ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง และสามารถดำเนินชีวิตในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์หรือผลผลิตจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความสุขได้ ถ้าคนไทยมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแล้ว จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่าง ๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2541: 4-5; ธีรรัตน์ อินปาต๊ะ. 2554: 3)

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาของไทยจึงได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับการคิดในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างเป็นระบบ ไว้ในกฎกระทรวงว่าด้วย ระบบ หลักเกณฑ์และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พุทธศักราช 2553 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมทั้งกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545 ได้กล่าวไว้ว่า ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ทำจริง คิดเป็น เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการคิดให้กับนักเรียน โดยได้กำหนดแนวทางการจัดสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการพัฒนากระบวนการคิดให้สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือคัดสรรสารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่าง

เหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: 6) ดังที่นักวิชาการการศึกษาได้กล่าวไว้ว่า จุดมุ่งหมายสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ คือการสอนให้นักเรียนสามารถใช้ทักษะการคิด (Thinking Skills) ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถจัดการข้อมูลต่าง ๆ ด้วยทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดไตร่ตรอง การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างเป็นระบบ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2551: 28) ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่ต้องใช้กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก. 2541; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับระบบการคิดอย่างละเอียด แตกต่างจากการคิดแบบธรรมดาทั่วไป (Ordinary Thinking) คือเป็นการคิดที่เป็นระบบระเบียบ มีหลักเกณฑ์ (Systematic Way) (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 2; Ruby. 1968: 207) และเป็นกระบวนการคิดที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นการคิดเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง กับความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ พิสูจน์ จนกระทั่งได้ คำตอบ หรือข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือได้ (ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2539: 1; เจตณี บุญนา. 2552: 46; ศิวาล กุลฤทธิกร. 2554: 3; Kuhn; & Pearsall. 2000: 113-129; Bergere; & Boelryk. 2004; Oishin. 2007)

ปัจจุบันการศึกษาของประเทศไทยยังมีปัญหาในด้านทักษะกระบวนการคิด โดยพบว่า เด็กไทยขาดการพัฒนาทักษะด้านการคิด ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา รอบสาม พ.ศ 2555 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) โดยภาพรวมในระดับประเทศพบว่า ตัวบ่งชี้ที่ 4 นักเรียนมีความสามารถในการคิดอยู่ในระดับดีมาก เพียงร้อยละ 24.92 เท่านั้น จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ต้องเร่งพัฒนาให้กับนักเรียนอย่างจริงจัง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2556) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อพัฒนาด้านกระบวนการคิด โดยเน้นการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ยังสอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ที่วางกรอบ การประเมินผลวิทยาศาสตร์ไว้ โดยหนึ่งในกรอบการประเมินนั้นคือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะประเมินโดยทำการสำรวจว่า นักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้เพียงใด ได้แก่ 1) การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย ที่สมเหตุสมผล การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล และการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม 2) การประเมิน และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การบอกประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการบอกและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และ

แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557: 10) ซึ่งสมรรถนะและความสามารถดังกล่าวนี้ เป็นกระบวนการที่พบได้จากกระบวนการพัฒนาส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมายังสอดคล้องกับบริบทที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ กล่าวคือจากรายงานผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนผลปรากฏว่า นักเรียนทำการทดลองโดยขาดกระบวนการคิดที่เป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนทำการทดลองตามความพอใจซึ่งไม่มีกระบวนการคิดที่เป็นระบบ ไม่มีลำดับขั้นตอน ไม่มีการระบุปัญหาในประเด็นที่ศึกษาไม่มีการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ไม่สามารถอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นโดยเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถนำหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาโต้แย้งเพื่อยืนยันให้ผู้อื่นยอมรับความคิดเห็นของตนเองได้ นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่ทำการศึกษาวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษาและวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ไม่สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้นได้ และเมื่อนักเรียนเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาแนวทางในการแก้ไขได้ทันที นักเรียนจะทำการลงข้อสรุปความคิดเห็นโดยขาดการตรวจสอบ และการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่เพียงพอควรจะได้รับการพัฒนาให้นักเรียนมีศักยภาพทางด้านการคิดอย่างเป็นระบบแบบเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าบริบทที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ ยังได้รับข้อเสนอแนะจากการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ปีการศึกษา 2555 รอบที่ 3 ว่าควรจัดการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดและสรุปองค์ความรู้เพิ่มขึ้น เช่น การทำแผนผังความคิด การฝึกตั้งคำถามและคำตอบ การสรุป กฎ สูตร การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค วิธีการที่เป็น การส่งเสริมด้านการคิด และนักเรียนควรได้รับการประเมินความก้าวหน้าในการพัฒนาโดยครูเป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอแล้วนำผลการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ได้มาตรฐานมากขึ้น เนื่องจากตัวบ่งชี้ที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าจากการประเมินผลการเรียนนานาชาติ (PISA) ปี 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 444 คะแนนซึ่งต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติที่มีค่าเท่ากับ 501 คะแนน เมื่อแยกพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนไทยยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติเช่นกัน และผลการประเมินผลของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) ตามโครงการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ทำข้อสอบด้านความรู้ความจำได้ดี แต่ทำข้อสอบที่เน้นกระบวนการคิดเพื่อวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาในลักษณะของการเขียนตอบ แสดงวิธีทำหรืออธิบายเหตุผลประกอบได้ไม่ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2542: 10) นอกจากนี้ผลของการทดสอบของสถาบันทดสอบแห่งชาติ(องค์การมหาชน) (สทศ.) รายวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 พบว่าจากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ปีการศึกษา 2554 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.12 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบทางการศึกษาแห่งชาติของประเทศ โดยปีการศึกษา 2554 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.19 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น

จากปัญหาและความสำคัญที่กล่าวข้างต้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้ด้านเนื้อหาควบคู่ไปกับการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านจึงได้นำเสนอ เทคนิค รูปแบบหรือกลยุทธ์ในการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ลำดับขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสรุปเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังนี้ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การตรวจสอบสมมติฐาน และ 4) การสรุปผล (เจตนา บุญนา. 2552; จิตติมา กำลังเลิศ. 2553; ทิศา แหมมณี. 2544; สสวท. 2546; พันธุ์ ทองชุมนุ. 2547; ธิดารัตน์ อินปาติ. 2554; ศิวาล กลยุทธกร. 2554; วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548; Friedler; nachmias; & Lin. 1990; Schauble. 1990; Schaifersman. 1992; Dunbar. 1999; Kuhn. 2005) แต่อย่างไรก็ตามจากขั้นตอนดังกล่าวพบว่า ยังขาดทักษะที่สำคัญและครอบคลุมกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นคือ การโต้แย้ง (Argumenting) ซึ่งถือได้ว่าเป็นหนึ่งในทักษะที่มีความสำคัญมากในการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะการโต้แย้งนี้ปรากฏในลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของคุห์น (Kuhn. 2005) ที่ได้นำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การสืบเสาะ/สืบค้น การวิเคราะห์ การลงข้อสรุป และการโต้แย้ง แล้วพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังขาดทักษะที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นั่นคือทักษะการระบุปัญหาที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการระบุปัญหา ระบุเป้าหมายของการศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ นอกจากนี้ แนวคิดของคุห์นยังมีกระบวนการของเมต้าเลเวลเพื่อการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Meta-Level Processes in Scientific Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ที่มีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่ทำการศึกษา และสามารถเลือกใช้วิธีการในการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น เพื่อการพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

โดยเน้นที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานหลักฐานที่ตรวจสอบได้ กล่าวคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนใช้ทักษะการสืบเสาะและสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อนำมาจำแนก วิเคราะห์ สังเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการโต้แย้ง (พริทพีย์ ศิริภทราชัย, 2549; Kuhn, 2001) ยิ่งไปกว่านั้นจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของคุห์น คือ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในเนื้อหาที่เรียนเห็นได้จากผลการศึกษาของฐิติมา กำลังเลิศ (2553) ที่ได้ทำการศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดกิจกรรมผ่านบทเรียนออนไลน์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่มีการฝึกเชื่อมโยงความรู้กับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานพยานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ จากคุณสมบัติที่ดีของแนวคิดของคุห์นที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะช่วยพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาบนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่ทำการศึกษาและรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการในการศึกษาจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูลรวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น ผ่านกระบวนการคิดที่ประกอบด้วย การระบุปัญหา (Problem Identifying) การสืบค้น (Searching) การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) การลงข้อสรุป (Inferring) การโต้แย้ง (Argumenting) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวจะเชื่อมโยงกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนยากที่จะเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับ พัฒนา ถาวร (2556) กล่าวว่า เนื้อหาบางเนื้อหา เรื่องพลังงานความร้อนเป็นนามธรรมนักเรียนเข้าใจยากและคลาดเคลื่อน จึงได้ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ โดยกิจกรรมแบบ 4MAT และในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลนักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาผ่านสถานการณ์ที่กำหนด แล้วทำการเชื่อมโยงความรู้กับหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาดังกล่าวจะส่งผลให้กระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สามารถนำกระบวนการและความรู้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์กับชีวิตประจำวันยิ่งขึ้น และในด้านการพัฒนาการจัดการ

เรียนรู้ยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์อีกต่อไป

คำถามการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรูปแบบอย่างไร
2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้าน
 - 2.1 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
 - 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญสำหรับเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้สนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบของเนื้อหา

เนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้คือ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา จำนวน 23 ชั่วโมง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 11 ห้อง รวม 495 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นห้องที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.05 และมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.66 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.35 ส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 16.64 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.40 และเป็นห้องเรียนที่มีการคัดเลือกนักเรียนสำหรับจัดห้องเรียนโดยเรียงลำดับคะแนนสูงสุดตั้งแต่ ลำดับที่ 1-100 นอกจากนี้ยังเป็นห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสามารถ ดำเนินการสอนได้ด้วยตนเอง เนื่องจากนี้ผู้บริหารและอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ จำแนกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน ซึ่งใช้วิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวแปรตาม คือ 1) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัด การเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557 - มกราคม พ.ศ.2558 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษา สามารถเลือกใช้วิธีการในการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนผ่านขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 การระบุปัญหา (Problem Identifying) เป็นขั้นที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือตั้งประเด็นปัญหาขึ้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วทำการกระตุ้นให้นักเรียนระบุคำถามหรือตั้งปัญหาของสถานการณ์ที่กำลังศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้

1.2 การสืบค้น (Searching) เป็นขั้นที่ผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ปฏิบัติทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับแนวทางคำตอบของปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น ใบบความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต เอกสารอ้างอิง สื่อการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น และรู้วิธีการในการสืบค้นอย่างเหมาะสม สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้นและให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานในการเลือก รวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้

1.3 การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) เป็นขั้นที่ผู้สอนช่วยแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ในการตรวจสอบข้อมูลและรู้วิธีการในการตรวจสอบอย่างเหมาะสม และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น เพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ในการทดสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น วิเคราะห์สังเคราะห์ บอกจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่ และทำการทดลอง เป็นต้น

1.4 การลงข้อสรุป (Inferring) เป็นขั้นที่ผู้สอนแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งมากขึ้น เช่น ตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมกันอภิปราย

แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ชักถามให้นักเรียนมีความชัดเจน กระจ่างในความรู้และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือประเด็นปัญหาเรื่องอื่น ๆ รวมถึงให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่น และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการอ้างอิงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือประกอบเพื่อสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตน อาจเป็นหลักการหรือหลักฐานที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล

1.5 การโต้แย้ง (Argumenting) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ขึ้น แต่ไม่บังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจหรือเรื่องที่ศึกษาโดยผู้สอนอาจจะทำการทดลอง ทำการสาธิต ทำการนำเสนอข้อมูล อภิปราย ใช้เกม ใช้สื่อ เพื่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้น แล้วนำไปสู่การนำเสนอข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อโต้แย้ง โดยให้นักเรียนสื่อสารข้อสรุป นำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่นเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือแสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล

2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่โรงเรียนใช้สอนปกติ มีลักษณะเป็นการสอนแบบวงจรสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ประกอบด้วย 1) สร้างความสนใจ (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation)

3. กระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกระบวนการระบุปัญหา (Problem Identifying) การสืบค้น (Searching) การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) การลงข้อสรุป (Inferring) และการโต้แย้ง (Argumenting) ที่มีกระบวนการรู้คิดอย่างมีเป้าหมาย รู้คิดถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษา ถึงวิธีการในการศึกษาที่เหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผล ในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้นด้วย

4. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการคิดที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์คำตอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน แล้วให้นักเรียนใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในการหาคำตอบที่ครอบคลุมคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

4.1 ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาหรือตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษา โดยให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานั้น ๆ ได้

4.2 ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้

4.3 ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่จะเป็นแนวทางคำตอบของปัญหามากที่สุด โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้

4.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสมมากที่สุด เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ มีการอ้างอิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน โดยให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการนั้น ๆ เช่น การวิเคราะห์สังเคราะห์ บอกจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่ จำแนก เปรียบเทียบ ทำการทดลอง เป็นต้น

4.5 ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถนำข้อสรุปจากการตรวจสอบ มาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้ว เชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอย่างได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล

4.6 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นโต้ตอบ ให้เหตุผล การกล่าวอ้าง เรื่องราว ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเอง อย่างสมเหตุและสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

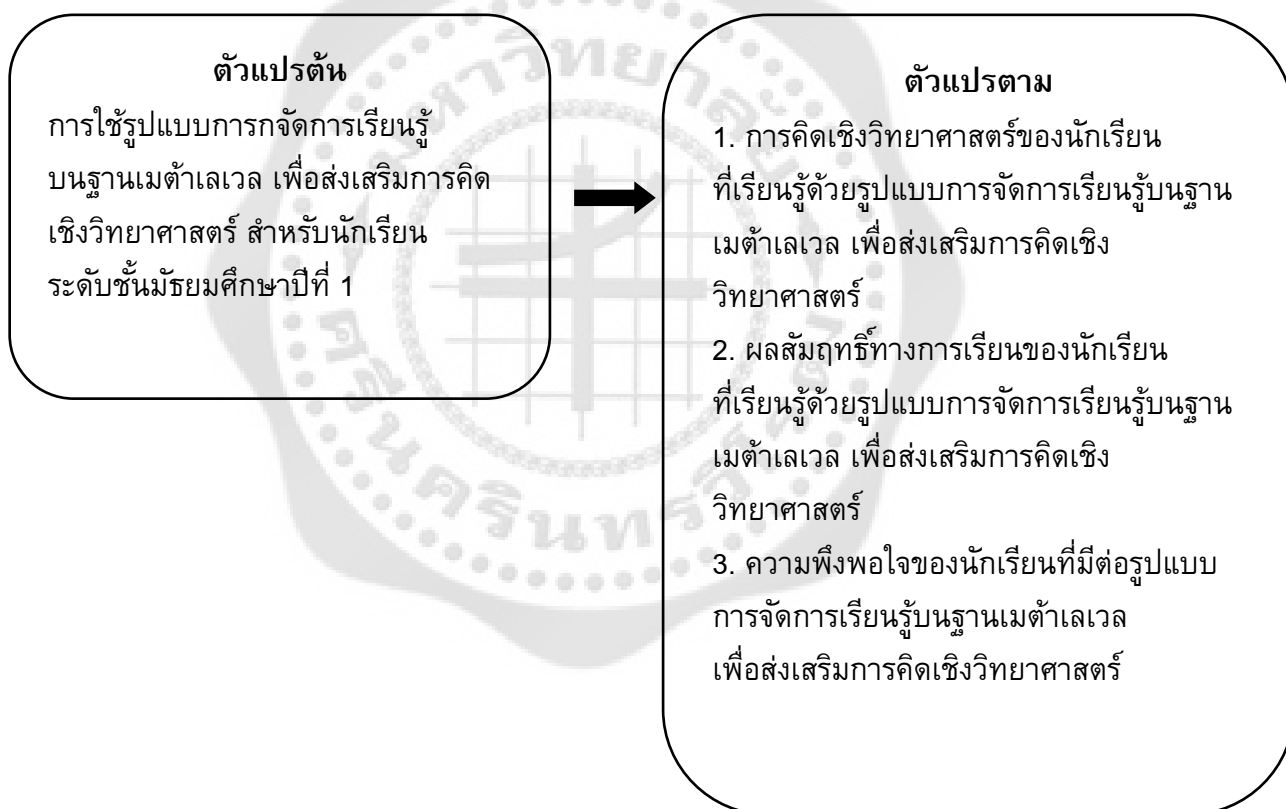
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือค่าคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรนัยเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงาน ความร้อนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จากหลักการวัดผลด้านสติปัญญาประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การประเมินและการนำไปใช้ จำนวน 30 ข้อ

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรนัยเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรนัยเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผล และประเมินผล ด้านผู้สอน ที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแบบมาตราส่วน

ประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด จำนวน 30 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัย เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีสมมติฐานในการวิจัยเป็นดังนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. ความพึงพอใจของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.5 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.6 การส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.7 การวัดผลและประเมินของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. กระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล
 - 2.1 ความหมายของกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล
 - 2.2 ลักษณะของกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล
 - 2.3 กระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวลกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 3.4 ขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.4 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. ความพึงพอใจ
 - 5.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน
 - 5.4 การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ

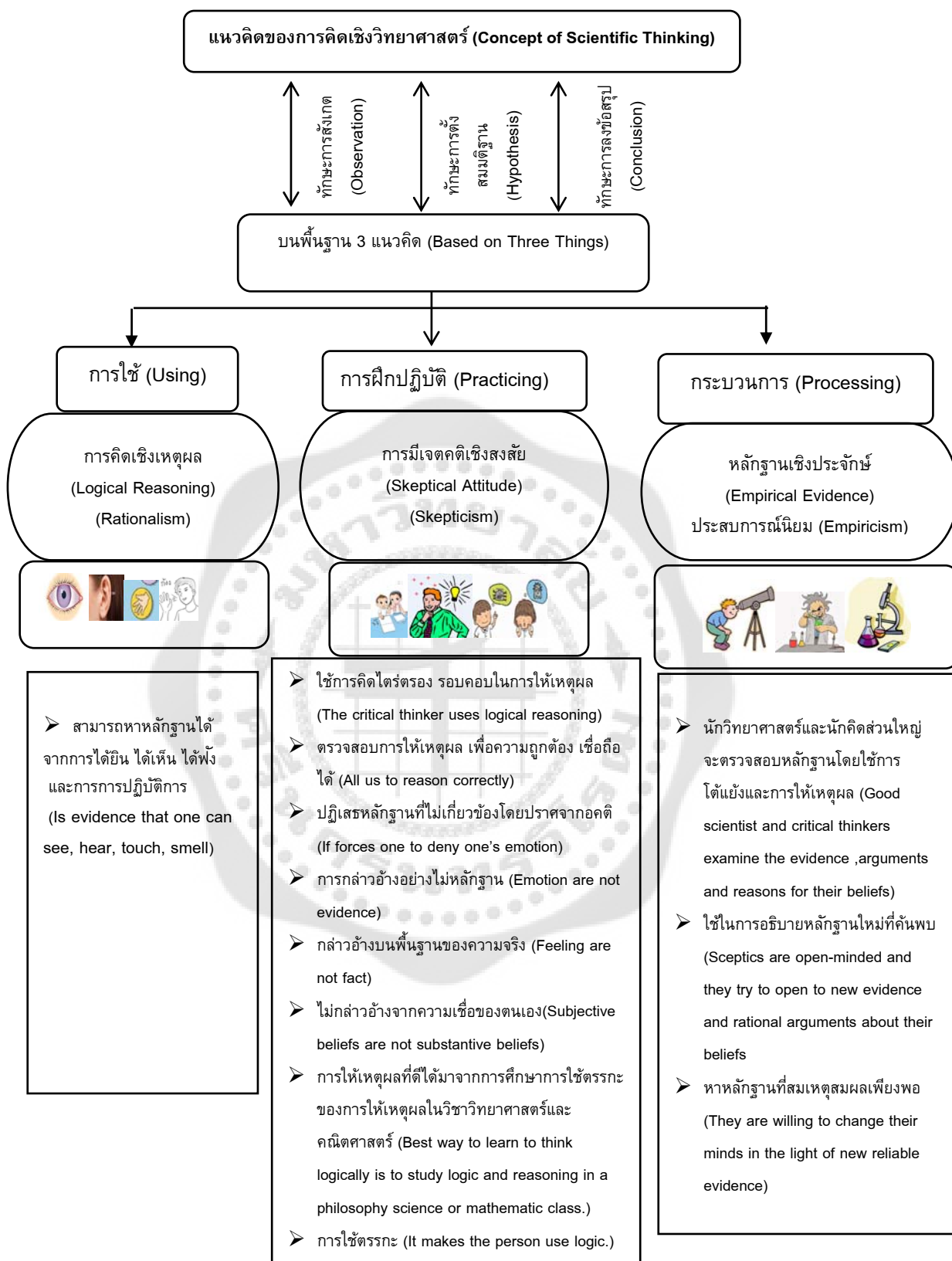
1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับระบบการคิดอย่างละเอียด แตกต่างจากการคิดแบบธรรมดาทั่วไป (Ordinary Thinking) (Ruby. 1968: 207) เป็นการคิดที่เป็นระบบระเบียบมีหลักเกณฑ์ (Systematic Way) (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 2) และเป็นกระบวนการคิดที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อีกทั้งการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นการคิดเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล หลักฐานและอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการพิสูจน์ตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือจนกระทั่งได้คำตอบหรือข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือได้ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2539: 1; เจตธนี บุญนา. 2552: 46; ศิวาล กุลฤทธิกร. 2554: 3; Kuhn; & Pearsall. 2000: 113-129; Bergere; & Boelryk. 2004; Oishin. 2007)

นอกจากนี้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ยังเป็นการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสำรวจสืบเสาะเรื่องราวในธรรมชาติหรือจักรวาลโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Schafersman. 1994: 2-3) ดังนั้นวัชรภรณ์ แก้วดี (2548: 4-5; อ้างอิงจาก Crowley; et al. 2001: 1-2,72) ได้กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์จะใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในการออกแบบการทดลอง การค้นพบและการสร้างทฤษฎีต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะของการคิด 2 ลักษณะคือ 1) การคิดที่ใช้ในการทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการคิดขณะอภิปราย ชักถาม และการโต้แย้งกันด้วยเหตุผล 2) การคิดที่ใช้ในการทำงานส่วนบุคคล ซึ่งเป็นการคิดขณะที่พิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับการทำงานของตนเองตามลำพัง กระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ข้อ สอดคล้องกับลอซัน (Lawson. 1995: 49-51; อ้างอิงจาก Burmester. 1952) ที่กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ทักษะการคิดตามแบบแผนการคิด 7 กลุ่มในการทำงานซึ่งมีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การอธิบายหลักธรรมชาติที่ถูกต้อง 2) การระบุสาเหตุของปัญหาในลักษณะเชิงนามธรรม 3) การตั้งสมมติฐานและทฤษฎีอื่น 4) การทำนายโดยใช้ตรรกะ 5) การวางแผนและการทดลองโดยมีการควบคุมตัวแปรเพื่อทดสอบสมมติฐาน 6) การรวบรวมจัดระเบียบและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน 7) การลงข้อสรุปและประยุกต์ใช้ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ วัชรภรณ์ แก้วดี (2548: 4-5 อ้างอิงจาก Crowley; et al. 2001: 1-272) ยังได้กล่าวว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มิได้จำเพาะแต่กับนักวิทยาศาสตร์หรืออยู่ที่การทำงานในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่การคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนไปเกิดกับบุคคล เมื่อบุคคลนั้นมีการทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ (Collaboration) มีการอภิปราย ชักถาม เพื่อสร้างความรู้ร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม รวมทั้งมีการพิจารณาไตร่ตรองกับตนเองเพื่อทำความเข้าใจกับการเรียนรู้

จากที่กล่าวข้างต้น อัล-อาห์มาดี (Al-Ahmadi. 2008) ได้สรุปแนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Concept of Scientific Thinking)

ที่มา: Al-Ahmedi. (2008). *The Development of Scientific Thinking with Senior School Physics Students*. p.111.

จากการศึกษาแนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า แนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการลงข้อสรุป กระบวนการทั้งหมดที่กล่าวมาเหล่านี้ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นพื้นฐานในการทำงานเพื่อสร้างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวรรณกรรม เอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดเพื่อตรวจสอบและลงข้อสรุปข้อมูล ก่อนที่จะลงความคิดเห็นและตัดสินใจเชื่อในเรื่องนั้น ๆ โดยแต่ละคนมีการให้ความหมายที่แตกต่างกันดังนี้

ทิสนา แชมมณี (2544: 148) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์คือกระบวนการในการคิดและการดำเนินการเพื่อแสวงหาข้อความรู้ที่เชื่อถือได้หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีขั้นตอนหลัก ๆ โดยใช้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 23) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง โดยมีการใช้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการออกแบบวางแผนเพื่อตรวจสอบพิสูจน์จนกระทั่งสามารถอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้วัชรภรณ์ แก้วดี (2548: 25) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง การคิดที่บุคคลใช้ในการแสวงหาความรู้ค้นหาคำตอบในปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องราวที่เป็นธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิดเพื่อให้ได้ความรู้หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้น คือ 1) การคิดเพื่อระบุปัญหา 2) การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน 3) การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน 4) การคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล ในส่วนของการศึกษาต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยดันบาร์ (Dunbar. 1988: 730) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยกระบวนการคิดเพื่อสร้างทฤษฎี ออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน ตีความหมายข้อมูลและการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เหล่านี้จะใช้กระบวนการคิดหลายด้านร่วมกันได้แก่ การอุปมาอุปไมย ทักษะความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

จากการศึกษาความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า กระบวนการคิดที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็น

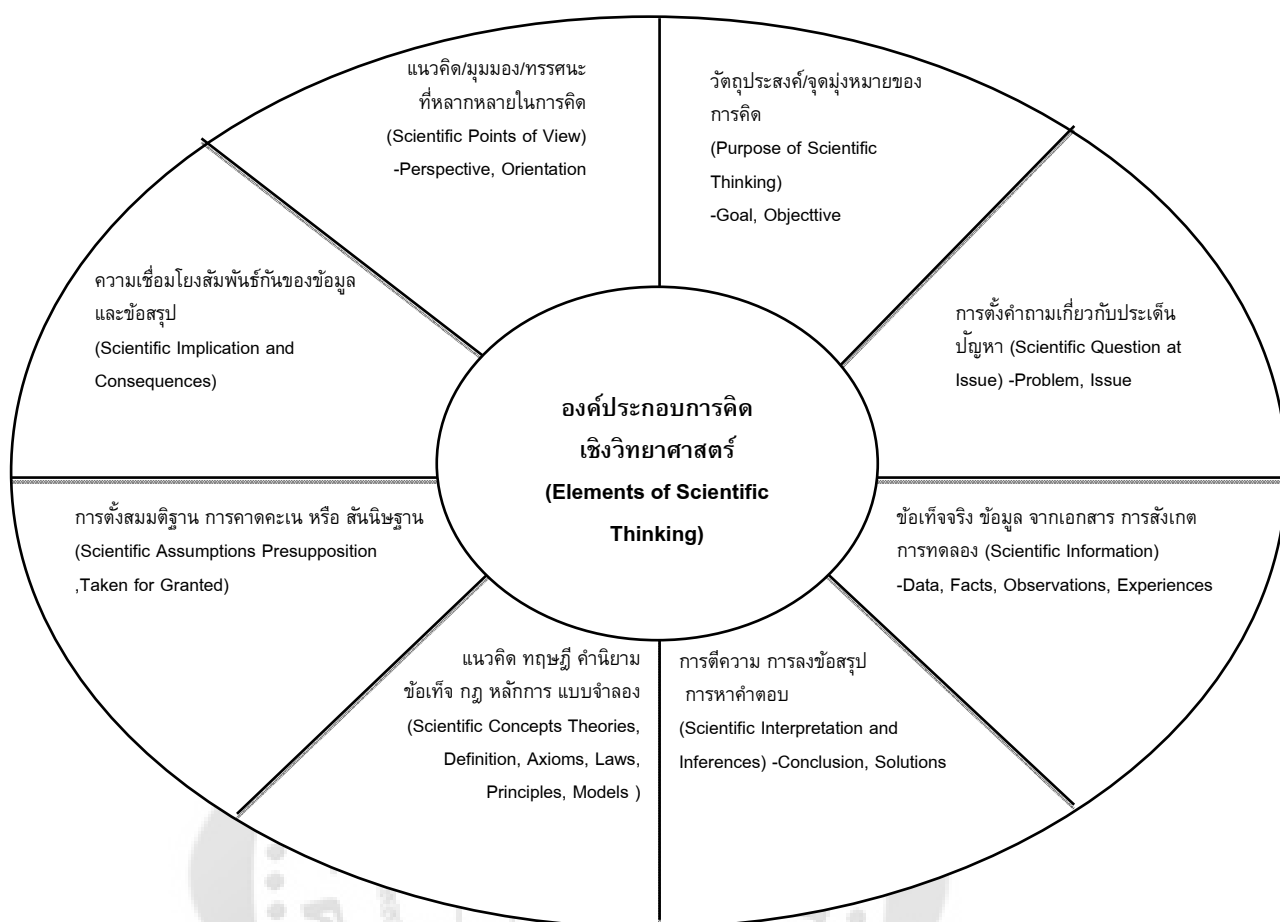
ฐานในการคิดใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการพิสูจน์คำตอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ซาเฟอร์แมน (Schafersman. 1997: 3-7) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการ คือ 1) การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Empiricism) เป็นการใช้หลักฐานที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัส เช่น มองเห็น ได้ยิน รู้รส ได้กลิ่น และสามารถกระทำซ้ำได้ด้วยตนเองหรือบุคคลอื่น จึงถือได้ว่าเป็นหลักฐานที่นำไปสู่ข้อสรุปที่มีความสมเหตุสมผลมากที่สุด 2) การให้เหตุผล (Rationalism) การใช้เหตุผลเป็นทักษะที่ไม่ได้ติดตามาแต่กำเนิด หรือพัฒนาขึ้นได้เอง การให้เหตุผลอาจเรียนรู้ได้จากการลองผิดลองถูก 3) การมีเจตคติเชิงสงสัย (Skepticism) เป็นการสร้างคำถามในความเชื่อและข้อสรุปของตนเอง จึงต้องใช้หลักฐานและเหตุผลตรวจสอบความเชื่อของตน บุคคลที่มีลักษณะเป็นคนช่างสงสัยจะไม่เชื่อหากไม่มีหลักฐาน และเหตุผลที่เพียงพอไม่ยึดติดกับความเชื่อของตนเอง เป็นคนใจกว้างและยินดีเปลี่ยนความเชื่อ เมื่อพบหลักฐานใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่า

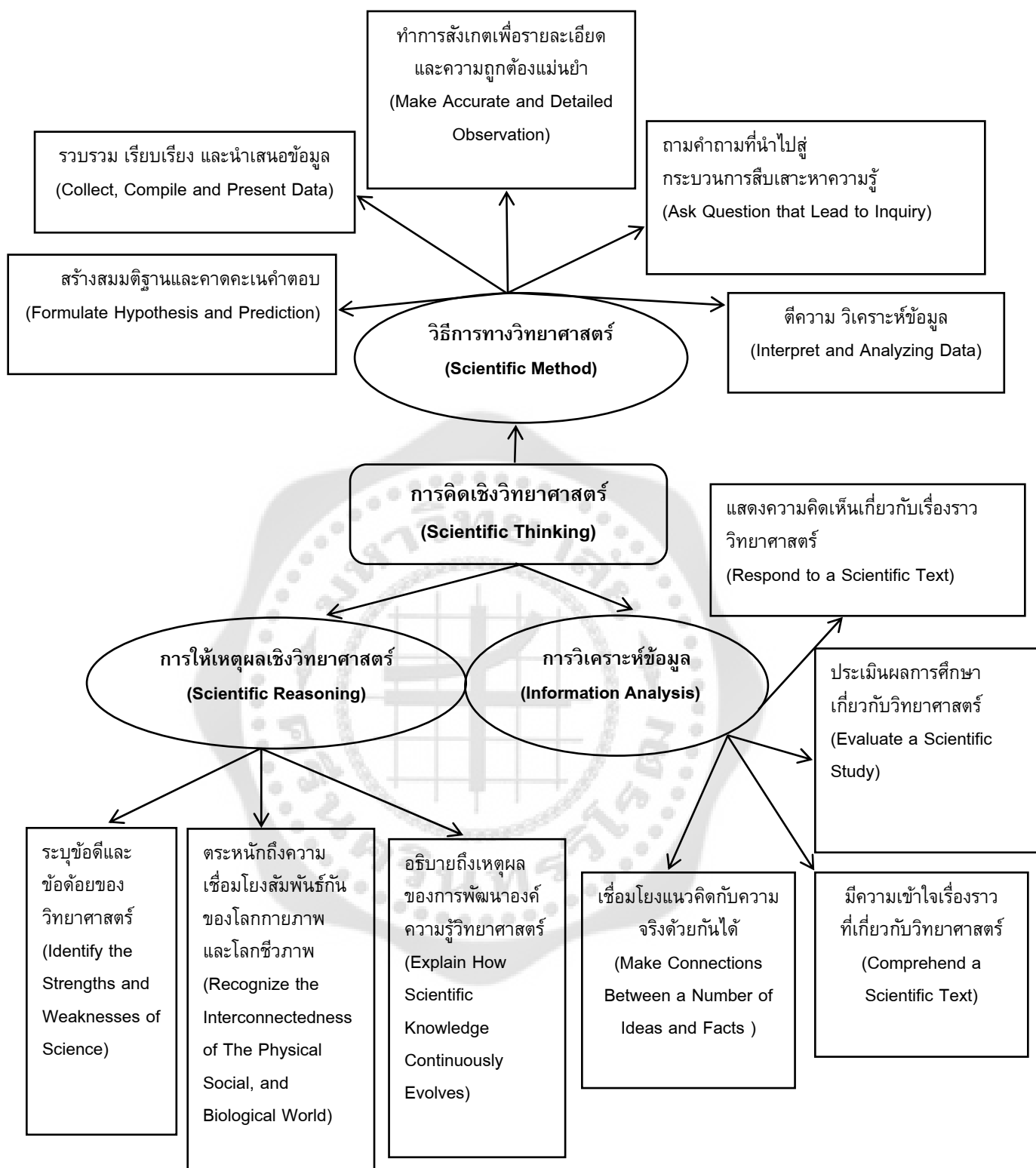
พอลและเอลเดอร์ (Paul; & Elder. 2003: 3) ได้เสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Elements of Scientific Thinking)

ที่มา: Paul; & Elder. (2003). *A Miniature Guide for Student and Faculty to Scientific Thinking. Foundation of Critical Thinking*. p. 3.; ฐิติมา กำลังเลิศ. (2553). *การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*.

นอกจากองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมเกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งพฤติกรรมแต่ละด้านประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ หลายประการ ดังที่ เบอร์กีและโบริก (Bergere; & Boelryk. 2004) ที่ได้นำเสนอไว้ ดังแสดงภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 พฤติกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: Bergere; & Boelryk. (2004). *Applications of Scientific Thinking in The Humanities and social Sciences*. p.5. ; จูติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีหลายองค์ประกอบที่มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักการศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปองค์ประกอบดังกล่าวได้ดังนี้ คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) ออกแบบการทดลอง 4) การสำรวจ และการคัดเลือกข้อมูล 5) การประยุกต์ใช้ผลการทดลอง 6) การตั้งข้อสันนิษฐานทางวิทยาศาสตร์ 7) การสืบค้น 8) การให้เหตุผล 9) การกล่าวอ้างเหตุผล 10) การเชื่อมโยงข้อมูลกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

1.4 ความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดขั้นสูงและเป็นคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ (ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก. 2541) โดยสามารถสรุปความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหา หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและแม่นยำ (บรรจง อมรชวิน. 2554: 132; Paul; & Elder. 2003: 2; Bergere; & Boelryk. 2004: 2-3)

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมและประเมินข้อมูลข้อสารสนเทศที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์และสามารถใช้ความคิดเชิงนามธรรม (Abstract Ideas) ในการตีความข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บรรจง อมรชวิน. 2554: 132)

3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้คิดมีความอยากรู้อยากเห็น สงสัยใคร่รู้ ที่นำไปสู่การตั้งคำถามและปัญหาลำดับสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (จิตardtน์ อินปาตะ. 2554)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับความสำคัญการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้มีระบบการคิดแบบวิทยาศาสตร์ สามารถรวบรวมและประเมินข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ได้ตรงประเด็น สามารถใช้แนวคิดทฤษฎีในการตีความข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยอมรับความคิดเห็นอื่น ๆ ไม่มีความลำเอียง และสื่อสารกับผู้อื่นเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และปัญหาที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี องค์ประกอบ ความหมายของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. บุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะไม่ยอมเชื่ออะไรจนกว่าจะมีเหตุผลที่เพียงพอ และสามารถพิสูจน์ได้มาสนับสนุน (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2539: 1; วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 2)

2. เป็นบุคคลที่ใช้กระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล การสังเกตด้วยตนเองและมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ พิสูจน์ จนกระทั่งได้คำตอบหรือข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือ (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 2; เจตธนี บุญนา. 2552: 46; ศิวตล กุลฤทธิกร. 2554: 3)

3. เป็นบุคคลที่สามารถดำเนินกิจกรรมหรือแก้ปัญหาใด ๆ ก็จะทำอย่างมีขั้นตอน รู้จักพิจารณาองค์ประกอบแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบเมื่อประสบปัญหาที่สามารถหาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีหลักวิชาการ ตรวจสอบติดตามและแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ให้ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2539: 1)

4. เป็นบุคคลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การมีเหตุผล ไม่มโนมาย มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมีความซื่อตรง ยุติธรรมและใฝ่รู้ (Bergere; & Boelryk. 2004)

5. เป็นบุคคลที่สามารถรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาแปลความหมาย วิเคราะห์ ลงข้อสรุป โดยมีประจักษ์พยาน หลักฐาน จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2539: 1; ศิวตล กุลฤทธิกร. 2554: 3)

6. เป็นบุคคลที่ทำการประเมินข้อมูล ข้อสนเทศและชี้ประเด็นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และพร้อมนำเสนอหลักฐานจากแหล่งที่มาหลากหลาย (Kuhn; & Pearsall. 2000: 113-129)

7. เป็นบุคคลที่สามารถคาดคะเนถึงการเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างสมเหตุสมผล (Bergere; & Boelryk. 2004)

8. เป็นบุคคลที่มีการคิดอย่างเป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำขั้นตอนในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เช่น การระบุถึงปัญหาของสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในเรื่องนั้น ๆ มีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาตรวจสอบและลงข้อสรุปแล้วนำมากล่าวอ้างอย่างมีพยานประจักษ์ หลักฐานที่น่าเชื่อถืออย่างสมเหตุสมผล (Kuhn; & Pearsall. 2000: 113-129)

จากลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ถ้าบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้เป็นบุคคลที่จะไม่ยอมเชื่ออะไรจนกว่าจะมีเหตุผลที่เพียงพอ และสามารถพิสูจน์ได้ เป็นบุคคลที่ใช้กระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล การสังเกต ด้วยตนเอง และอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการพิสูจน์ ตรวจสอบจนกระทั่งได้คำตอบหรือลงข้อสรุปอย่างถูกต้องเชื่อถือ และเป็นบุคคลมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การมีเหตุผล ไม่มโนมาย มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อตรง ยุติธรรม และใฝ่รู้

จากข้อสรุปของบุคคลที่มีลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังจะแสดงลำดับขั้นตอนในหัวข้อถัดไป

1.6 การส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีแนวทางสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์และบุคคลที่สนใจที่จะพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้สรุปแนวคิดของนักวิชาการ และนักการศึกษา หลาย ๆ ท่านที่ได้เสนอแนะทางจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิทยาศาสตร์ดังนี้

ฮูเวอร์ (Hoover. 1984: 12) ได้เสนอแนะทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนสร้างข้อสรุปที่หลากหลายจากหลักฐานที่ปรากฏ
2. ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการทำงานและเปิดโอกาสให้นักเรียน

มีอิสระในการเลือกวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

3. สนับสนุนให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม
4. นำเสนอสถานการณ์ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน
5. ชี้แนะแนวทางในการพัฒนาการตั้งสมมติฐานแก่นักเรียน
6. ฝึกให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลและวางแผนการทำการทดลอง
7. ฝึกให้นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูล
8. ฝึกให้นักเรียนเขียนข้อสรุปจากการศึกษา

สวาร์ทส์ และปาร์ก (Swarts; & Parks. 1994: 23) ได้เสนอหลักการสอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนต้องเรียนรู้กระบวนการคิดและการประยุกต์ใช้การคิดเพิ่มขึ้น
2. ในการเรียนควรเน้นการทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทดสอบการปฏิบัติงานมากขึ้น
3. ผู้สอนควรประยุกต์ใช้เทคนิคในการถามคำถามโดยถามเพื่อให้เกิดการคิดระดับสูงมากขึ้น
4. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาาสตร์ มีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และฝึกฝนเทคนิคการคิด

ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถถ่ายทอดทักษะเหล่านั้นแก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซาเฟอร์แมน (Schaferman. 1997: 5-7) กล่าวถึงการฝึกฝนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าการฝึกฝนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้โดยผ่านการใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการพิสูจน์หรืออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ความน่าเชื่อถือมากขึ้น เมื่อบุคคลใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการศึกษหรือสำรวจเกี่ยวกับสิ่งใด ๆ ในธรรมชาติ ก็อาจถือได้ว่าบุคคลนั้นกำลังฝึกฝนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่นั่นเองโดยการฝึกฝนการใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. การระบุหรือตั้งปัญหาและคำถามที่สามารถหาคำตอบได้โดยหลีกเลี่ยงการตั้งปัญหาหรือคำถามโดยใช้ความรู้สึกส่วนตัวหรือความลำเอียง

2. ใช้การสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการหาคำตอบของคำถามที่ตั้งไว้หรือเพื่อแก้ปัญหา โดยข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การสังเกต ประสบการณ์เดิม ผลการทดลอง แต่ทั้งนี้ข้อมูลเหล่านั้นต้องมีเหตุผล สามารถวัดได้ และทดสอบซ้ำได้ผลเช่นเดิม

3. สร้างสมมติฐานหลาย ๆ สมมติฐานที่สามารถทดสอบได้เพื่อทำการหาคำตอบของปัญหาหรือคำถามที่ตั้งไว้

4. ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีแนวทางปฏิบัติ 2 แนวทางคือ การทำการทดลอง และการสังเกตเพิ่มเติมแล้วใช้หลักเหตุผลหรือหลักฐานอ้างอิงประกอบ

5. ทำการยืนยันสมมติฐาน เปลี่ยนแปลงสมมติฐานหรือปฏิเสธสมมติฐานตามผลการทดลองที่ได้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

โซฮาร์ (Zohar, 2003: 5) เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมสำหรับผู้สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนสรุปได้ดังนี้

1. การใช้คำถามให้มากขึ้น เช่น ถามว่าสิ่งนั้นคืออะไร ได้มาได้อย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ใช้เรื่องลึกลับทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจให้เป็นประโยชน์โดยการเปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ
3. การตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงมากที่สุด
4. ให้นักเรียนได้ทำการทดลองที่แปลกหรือพิเศษไปจากการทดลองแบบเดิม ๆ
5. ให้นักเรียนได้สำรวจสิ่งแวดล้อมรอบตัว
6. ให้ทำโครงการหรือออกแบบโมเดลการทำงาน
7. ให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจ
8. สร้างความเชื่อมโยงหรือพิจารณาข้อเท็จจริงที่น่าประหลาดใจ

เบอร์เกีย และโบริค (Bergere; & Boelryk, 2004: 8-9) ได้เสนอแนวทางการสอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานและทำการรายงานข้อมูลจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหัวข้อต่าง ๆ ได้มากขึ้น
2. ให้นักเรียนได้อ่านบทความทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนเพื่อศึกษาแนวทางการตั้งสมมติฐาน การทำนายผล วิธีการต่าง ๆ ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต ผลการศึกษาและการสรุปผลการศึกษา
3. ฝึกให้นักเรียนประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร หรือโทรทัศน์ ซึ่งให้เห็นว่าเป็นข้อค้นพบหรือข้อเท็จจริงเพื่อทำให้ทราบข้อแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์แท้และวิทยาศาสตร์เทียมตลอดจนฝึกวิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลบนพื้นฐานของความเป็นวิทยาศาสตร์แท้

4. ฝึกให้นักเรียนเปรียบเทียบเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์กับข้อมูลที่แท้จริงทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่พบในภาพยนตร์และตั้งคำถามคร่าว ๆ แล้วทำการศึกษาในประเด็นนั้น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น ตลอดจนทำการตรวจสอบว่าประเด็นนั้นสอดคล้องกับระเบียบทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

5. ให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับประเด็นปัญหาที่แตกต่างกัน

6. ให้นักเรียนเขียนวิวัฒนาการของการพัฒนาความรู้หรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์จากอดีตถึงปัจจุบันเกี่ยวกับเรื่องที่สอนในลักษณะของลำดับเวลาโดยทำการระบุทฤษฎีหรือสมมติฐานที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางกันในช่วงเวลานั้น ๆ แล้วให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานจากการทดลอง ความเป็นวิทยาศาสตร์ การลงข้อสรุปและพัฒนารูปแบบของการพัฒนาการยอมรับในทฤษฎีนั้น ๆ

7. ฝึกให้นักเรียนได้พิจารณาเกี่ยวกับหัวข้อที่เป็นประเด็นปัญหาในขณะนั้นด้วยมุมมองหลาย ๆ ด้าน เช่น มุมมองทางวิทยาศาสตร์ มุมมองทางเศรษฐศาสตร์ มุมมองทางสังคมหรือมุมมองทางการเมือง เป็นต้น

8. ให้นักเรียนได้ค้นคว้าและโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นสำคัญทางสังคมที่พบในปัจจุบันโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

จากการศึกษาวิธีการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า การฝึกฝนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้โดยผ่านการใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการพิสูจน์หรืออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาคอเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำงานและทำการรายงานข้อมูลการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหัวข้อต่าง ๆ ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับประเด็นปัญหาที่แตกต่างกัน

3. ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนเพื่อศึกษาแนวทางการตั้งสมมติฐาน การทำนายผล วิธีการต่าง ๆ ในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต และการสรุปผลการศึกษา

4. ให้นักเรียนได้ค้นคว้าและโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นสำคัญทางสังคมที่พบในปัจจุบันโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

1.7 การวัดผลและประเมินของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการใช้เครื่องมือในการวัดผลและประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ โดยลักษณะของแบบทดสอบแต่ละประเภทเป็นดังนี้

แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือเป็นแบบเลือกตอบ (ปรนัย) และเป็นแบบเขียนตอบ (อัตนัย) โดยทั้ง 2 แบบ จะใช้สถานการณ์ปัญหาในการตั้งคำถาม (เจตธนี บุญาวา. 2552; จูติมา กำลังเลิศ. 2553; ศิวตล กุลฤทธิกร. 2554; ธิดารัตน์ อินปาตะ. 2554; Orion; & Kali. 2005; Al-Ahmadi. 2008; Peter. 2010; Negar. 2012)

แบบสังเกตพฤติกรรม มีลักษณะเป็นแบบสังเกตแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) เป็นแบบสังเกตที่มีรายการพฤติกรรมที่จะสังเกตและกำหนดระดับความมากน้อยของพฤติกรรม และแบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ (Check List) เป็นแบบสังเกตที่มีรายการพฤติกรรมที่จะสังเกต (Orion; & Kali. 2005; Al-Ahmadi. 2008; Peter. 2010; Negar. 2012)

แบบทดสอบสัมภาษณ์มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการวางแผนการสัมภาษณ์ไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเป็น โดยมีการตั้งข้อคำถามในการสัมภาษณ์มีโครงสร้างแบบหลวม (Loosely Structure) (จูติมา กำลังเลิศ. 2553; Orion; & Kali. 2005; Al-Ahmadi. 2008; Peter. 2010; Negar. 2012)

จากการศึกษาหลักการวัดผลและประเมินผลของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งในบริบทการศึกษาต่างประเทศและในบริบทการศึกษาประเทศไทย พบว่ามีการใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบทดสอบอัตนัยเขียนคำตอบอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งลักษณะของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพบว่า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2536: 78-79; อ้างอิงจาก นันธิดารัตน์พิทักษ์. 2556) ได้นำเสนอแนวทางและลักษณะในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจนโดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจแล้วนำมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

1.2 การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึงการเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ

1.3 การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

1.4 การเลือกแนวทางในการออกข้อสอบควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็กประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

2. ลักษณะแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 สถานการณ์ที่ใช้ในการวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นเหตุการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

2.1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

2.1.3 สถานการณ์ต้องเป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้และต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

2.1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยจะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

2.1.5 สถานการณ์ที่ยกมาจะต้องสั้นกะทัดรัด อ่านเข้าใจง่ายและแต่ละสถานการณ์ควรใช้กับคำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาอ่านมากเกินไปจนความจำเป็น

2.2 คำถามที่จะใช้ตอบสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถ ในด้านการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ถามในเรื่องความรู้ความจำ

2.2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 ใช้คำถามที่รัดกุม บังคับว่าจะใช้ตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ต้องเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.2.4 ข้อความที่จะใช้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องแต่กำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

2.2.5 การตรวจถ้าเป็นข้อสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ตอบคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

2. กระบวนการคิดบนฐานเมตาคอเลเวล

2.1 ความหมายของกระบวนการคิดบนฐานเมตาคอเลเวล

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ามีการศึกษาหรือพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย แต่อีกหนึ่งแนวคิด

ที่เป็นการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นคือแนวคิดของคุห์น ได้นำกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล (Meta-Level Procees) มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ที่มีอย่างมีเป้าหมาย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล ตามกรอบแนวคิดของคุห์น มาประยุกต์ใช้ในการเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงเท่านั้น เนื่องจากจะได้มีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นดังนี้

เมต้า (Meta) มาจาก Meta Cognition หมายถึง การควบคุมและการประเมินการคิดของตนเองหรือความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิดที่มีความตระหนักในงานและสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544)

เลเวล (The Level) คือวิธีการหรือแนวทางที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของเรื่องที่จะทำการศึกษาเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ (Khun. 2005)

เมต้าเลเวล (Meta-Level Process) คือการรู้คิดอย่างมีเป้าหมายกล่าวคือ รู้คิดว่าวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษาอะไรและรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการศึกษา จึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการ และวิธีการเหล่านั้นด้วย (Kuhn. 2001)

2.2 ลักษณะของกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล

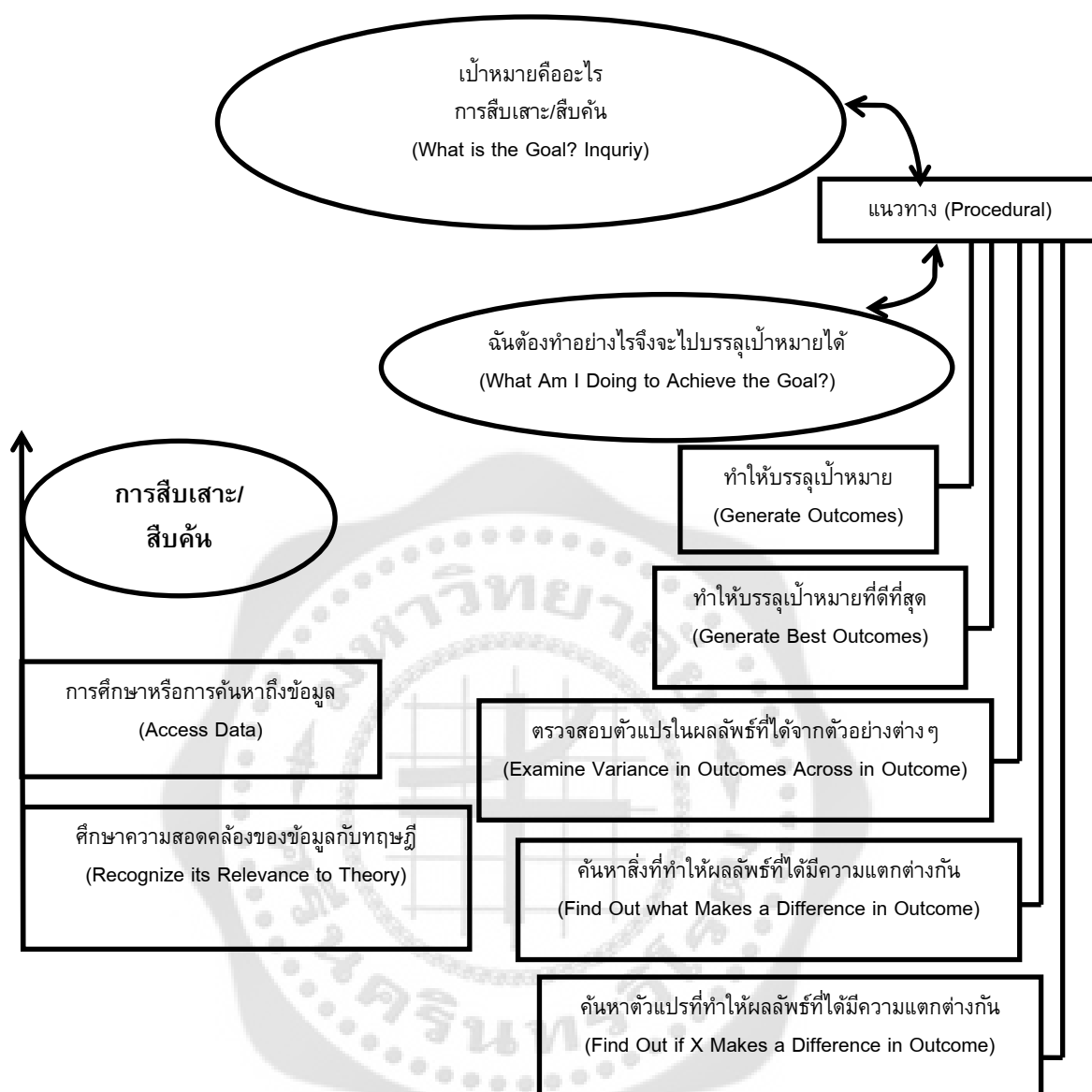
คุห์น (Kuhn. 2001) ได้อธิบายถึงกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล คือกระบวนการที่บุคคลใช้ในการเรียนรู้ โดยเน้นที่การรู้คิดว่าสิ่งที่ทำการศึกษาคืออะไรทำอะไร แล้วต้องเลือกใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยแนวคิดนี้ได้มาจากการศึกษาวิจัย ที่เรียกว่า Microgenetic Methods ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการที่บุคคลใช้ในการเรียนรู้ถึงประสิทธิภาพของกระบวนการคิดในการทำงานทั่วไปโดยได้ทำการสังเกตวิธีการแก้ปัญหาของบุคคลในสถานการณ์ปัญหาเดียวกันพบว่า บุคคลแต่ละคนมีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เลือกใช้วิธีที่แตกต่างกัน ทั้งที่ควรใช้วิธีการแก้ปัญหาไปในทางเดียวกัน แต่ถ้าบุคคลเหล่านั้น ไม่สามารถใช้วิธีการในครั้งแรกในการแก้ปัญหาได้ ก็จะกลับไปเริ่มคิดวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง แสดงให้เห็นว่าบุคคลแต่ละคนจะมีกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่ากระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล คือ กระบวนการที่บุคคลใช้ในการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมายกล่าวคือ ไม่ว่าจะทำการศึกษาเรื่องใด จะมีการรู้คิดอยู่เสมอว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการศึกษาจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอก

เหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้นด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสรุปขั้นตอนการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ตามแนวคิดของคุห์น ที่ได้นำกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล มาใช้ในการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการสืบเสาะ/สืบค้น (Inquiry Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยที่นักเรียนจะยังไม่มีความชัดเจนระหว่างข้อมูล (Information) และทฤษฎีพื้นฐาน (Formal Theories) ซึ่งนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) การเข้าถึงข้อมูล (Access Data) 2) การเชื่อมโยงข้อมูลกับทฤษฎี (Recognize its Relevance to Theory) 3) การสร้างคำถามข้อมูลหรือการตั้งสมมติฐาน (Formulate Questions to Ask of Data) กล่าวโดยรวมในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ เกี่ยวกับสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ และแนวทางคำตอบของปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่องราว เหตุการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้นและเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดเพียงพอที่จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหา โดยอาจนำข้อมูลที่ได้มาสร้างคำถามหรือตั้งสมมติฐาน ให้มีแนวทางคำตอบที่แตกต่างและหลากหลายมาสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือนำมาเทียบเคียงหรือเปรียบเทียบกับโครงสร้างของความรู้เดิม แล้วทำการค้นหาว่ามีอะไรที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของคำตอบว่า อะไรที่ทำให้ผลของคำตอบที่ได้แตกต่างกัน เพราะอะไร โดยใช้หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและเหตุผลมาสรุปอ้างอิง ดังภาพประกอบ 5

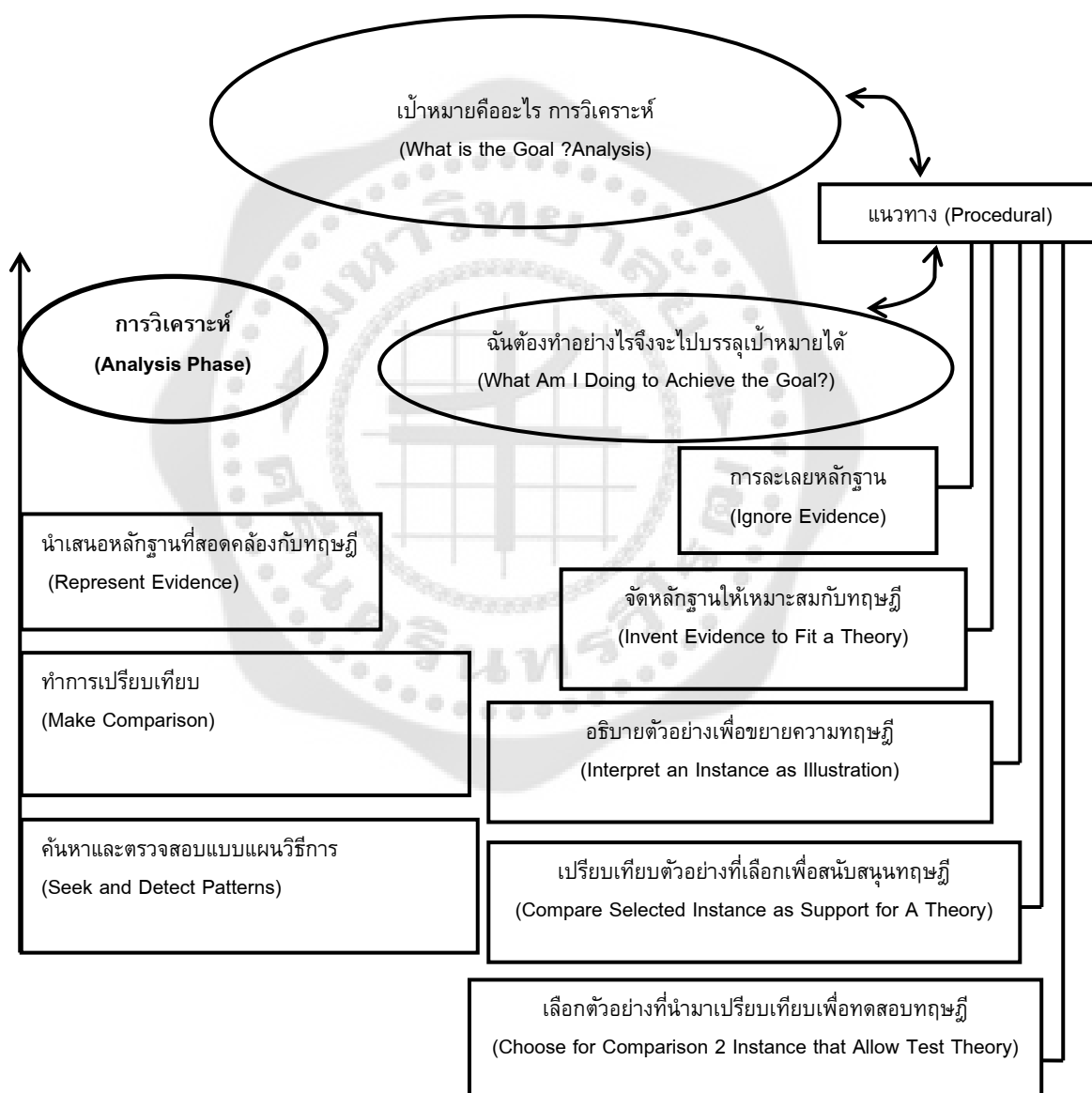


ภาพประกอบ 5 ขั้นสืบเสาะ/สืบค้น (Inquiry Phase)

ที่มา: ฐิติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

2. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis Phase) เป็นขั้นของการนำข้อมูลที่สืบเสาะมาพิจารณา อาจจะด้วยการเปรียบเทียบหรือการทดลองเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์แล้วทำการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้ออกมาใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) การอธิบายด้วยหลักฐาน (Represent Evidence) 2) การเปรียบเทียบตัวอย่างที่เลือกเพื่อสนับสนุนทฤษฎี (Make Comparisons) 3) การค้นหาและตรวจสอบแบบแผน (Seek and Detect Patterns) โดยภาพรวมในขั้นนี้นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้ออกมาใหม่จากการสืบค้นมาทำการทดลอง วิเคราะห์ บอกจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่ จำแนก

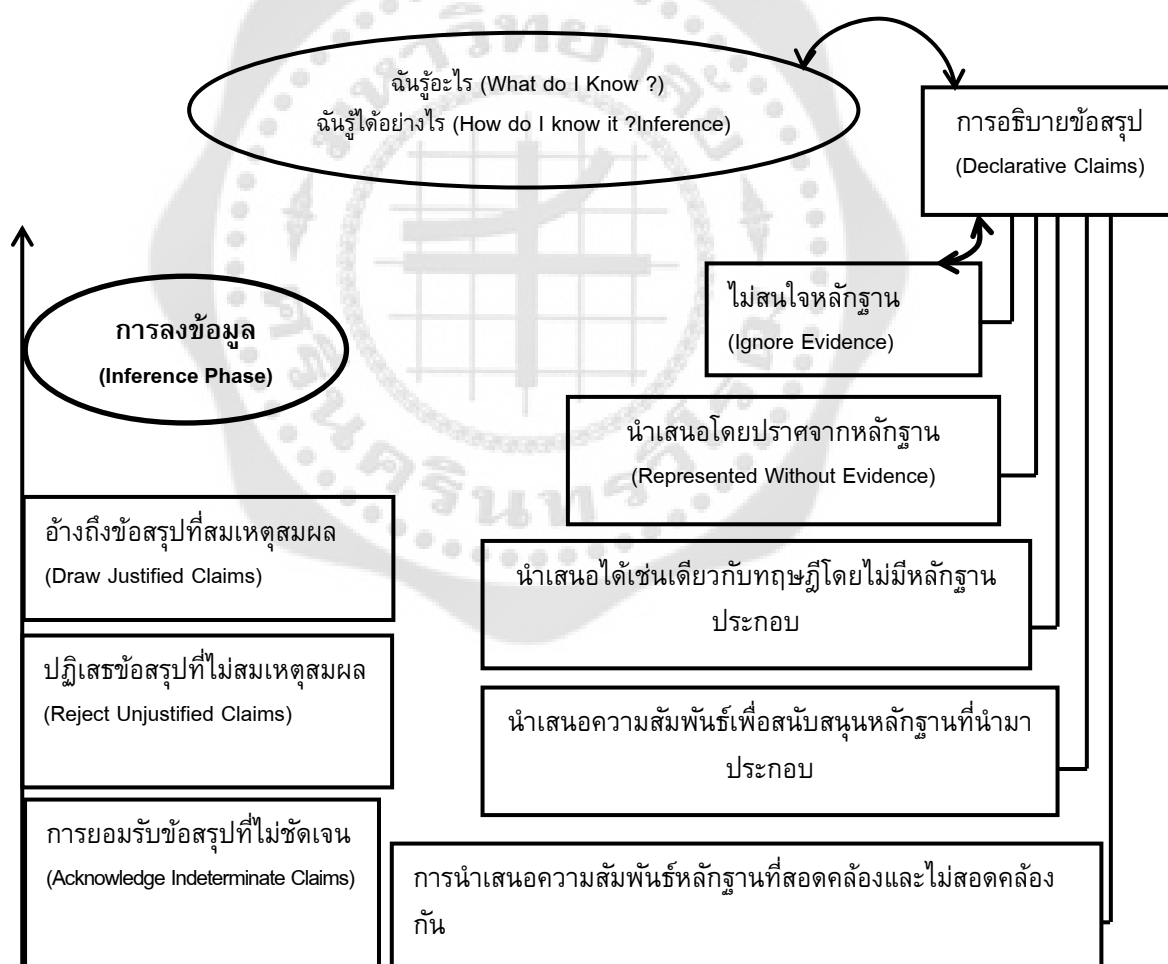
เกี่ยวกับสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ และแนวทางคำตอบของปัญหาโดยใช้หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือสอดคล้องเหมาะสมหรือนำเสนอหลักฐานที่แตกต่างจากหลักทฤษฎี หรืออธิบายจากตัวอย่างเพื่อขยายความทฤษฎี แล้วทำการเปรียบเทียบคำตอบกับความรู้เดิม หรือทฤษฎี รวมทั้งสามารถยกตัวอย่างเพื่อสนับสนุนทฤษฎี ความเป็นไปได้ของสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ โดยอ้างอิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนสิ่งที่ตนเองวิเคราะห์ หรือทำการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ เช่น จากการเปรียบเทียบตัวอย่าง อภิปราย วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน พิจารณา ประเมิน ให้รอบครอบทั้งกระบวนการ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis Phase)

ที่มา: ฐิติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

3. ขั้นการลงข้อสรุป (Inference Phase) เป็นกระบวนการสู่ขั้นตอนของการลงข้อสรุป โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ (Reflect the Struggle to Coordination Theories and Evidence) ประกอบด้วย 1) การอธิบายหรืออ้างเหตุผลที่สมเหตุสมผล (Draw Justified Claims) 2) การปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่เหมาะสม (Reject Unjustified Claims) 3) การยอมรับกับข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน (Acknowledge Indeterminate Claims) โดยภาพรวมในขั้นนี้นักเรียนจะทำการสรุปเกี่ยวกับข้อมูลของสาเหตุ ปัจจัยหรือคำตอบที่ได้มาจากวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย โดยดูความสมเหตุสมผลซึ่งอาจจะไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้หรือสามารถอธิบายเหตุผลได้หรือสามารถอธิบายเหตุผลโดยแสดงผลการทดลองหรือหลักฐานเชิงประจักษ์และหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ ปฏิเสธข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างที่ไม่เหมาะสมโดยที่อาจจะไม่สนใจหลักฐานหรืออธิบายโดยปราศจากหลักฐานหรืออธิบายได้เช่นเดียวกับทฤษฎีที่มีหลักฐานประกอบยอมรับข้อสรุปที่ไม่ชัดเจนโดยอาจนำหลักฐานที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกันมาประกอบ ดังภาพประกอบ 7

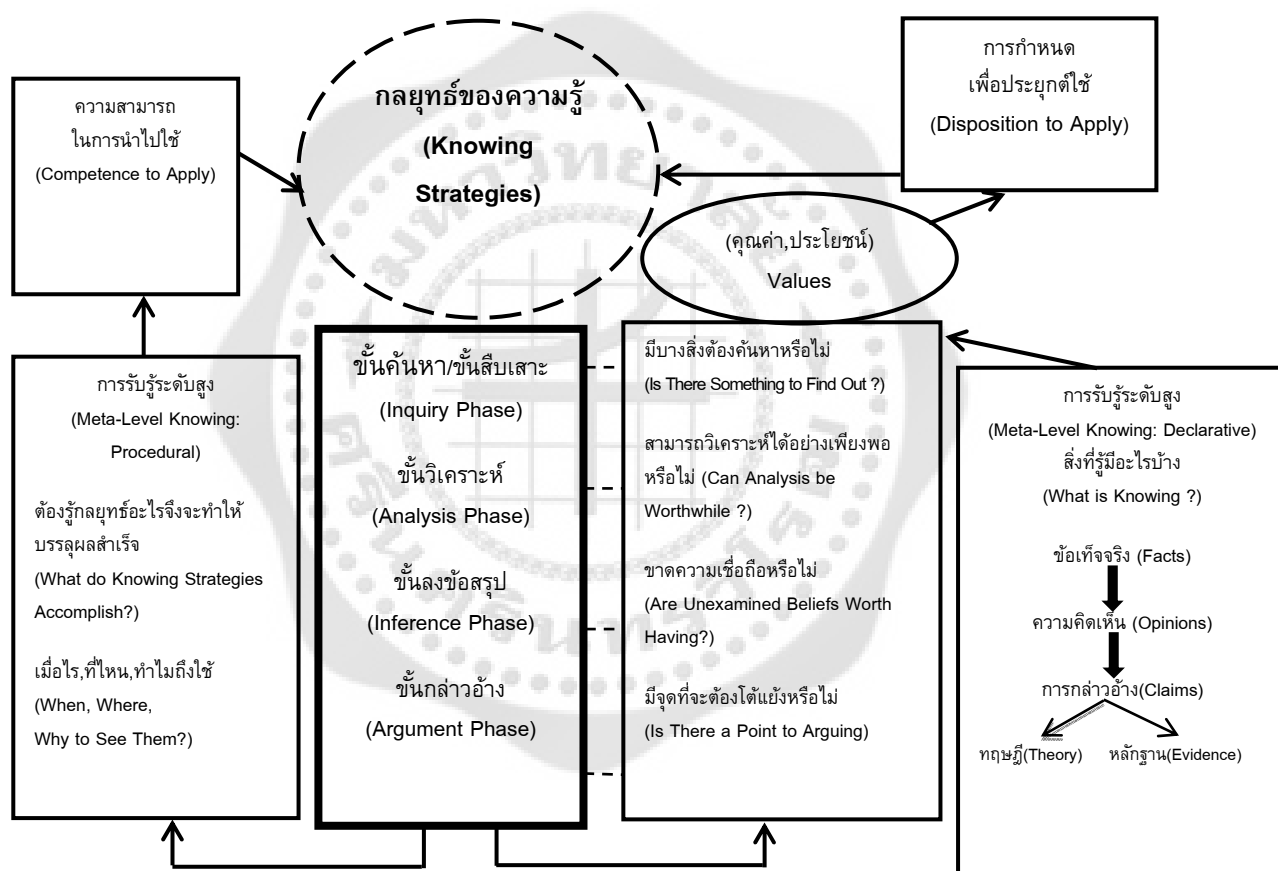


ภาพประกอบ 7 ขั้นการลงข้อสรุป (Inference Phase)

ที่มา: จิตติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

4. ขั้นกล่าวอ้างเหตุผล (Argument) ประกอบด้วย การอภิปรายเกี่ยวกับการกล่าวอ้างเหตุผลในข้อมูลต่าง ๆ ที่ค้นพบในขั้นก่อนหน้า โดยภาพรวมในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องพิจารณาว่ามีจุดใดที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือไม่ หรือมีข้อจำกัดที่จะก่อให้เกิดเป็นประเด็นคำถาม ในการโต้แย้งหรือกล่าวอ้างเหตุผล ถึงสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งการชี้ประเด็นการโต้แย้งหรือกล่าวอ้างนั้นจะต้องนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเอง เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่น

จากลำดับขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น สามารถสรุปบทบาทของกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวลในกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 บทบาทของกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล ในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (The Role of Meta-Level Operators in Scientific Thinking)

ที่มา: จูติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

จากภาพประกอบ 8 พบว่า แนวคิดส่งเสริมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของคุห์น ตามแบบกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล (The Role of Meta-Level Processes in Scientific Thinking) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษาและรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการศึกษาจึงจะเหมาะสม และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้นผ่านกระบวนการคิดที่ประกอบด้วย การสืบเสาะ/สืบค้น การวิเคราะห์ การลงข้อสรุป และการกล่าวอ้างเหตุผล และเป็นการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถของการคิดที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิดใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์คำตอบที่ถูกต้องเชื่อถือได้ และมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ และยังเป็นรูปแบบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักสืบค้นหาสาเหตุของปัญหาเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน แล้วทำค้นคว้าข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุป เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้เหตุผล การกล่าวอ้าง การโต้แย้ง และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจยอมรับกับแนวคิดของตนเอง

2.3 กระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวลกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

คุห์น (Kuhn, 2005) ได้เสนอการนำกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวล เพื่อมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยการทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเพื่อหาแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย นักเรียนต้องพึงรู้คิดอยู่เสมอว่านักเรียนจะทำการศึกษอะไร จะต้องเลือกใช้วิธีการใดในการศึกษาจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ใช้วิธีการเหล่านั้นเมื่อไร ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการ และวิธีการเหล่านั้น

ดังนั้นถ้านำแนวคิดนี้มาประยุกต์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาหรือทำการศึกษารื่องใด ๆ ก็ตามโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์คำตอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้และมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ยังเป็นแนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนได้รู้จักสืบค้นหาสาเหตุของปัญหาเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันทำค้นคว้า

ข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้เหตุผล การกล่าวอ้างและสื่อสาร ให้ผู้อื่นเข้าใจยอมรับกับแนวคิดของตนเอง

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537: 142) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของการสอนที่กำหนดไว้ได้ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีลำดับขั้นตอน โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เช่น กระตุ้นด้วยการตั้งคำถาม ชี้แนะให้คำปรึกษาและร่วมอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามความมุ่งหมายของรูปแบบการสอนนั้น ๆ ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสาร ตำราวิชาการ เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามลำดับดังนี้

3.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักวิชาการต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถอธิบายถึงลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ว่า เป็นแบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระบบที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือหลักการเรียนรู้ โดยมีการพิสูจน์หรือทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น กระบวนการเรียนการสอน วิธีสอนเทคนิคการสอนต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้เกิดพฤติกรรมของนักเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ได้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2537: 167; ทิศนา ขัมมณี. 2551: 221; ชนาธิป พรกุล. 2554: 122.) โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดเตรียมองค์ประกอบของการเรียนรู้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน ตามปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดต่าง ๆ และมีการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยทิศนา ขัมมณี (2551: 222); (Anderson. 1997: 521); (Arends. 1997: 6); (Joyce; & Weil. 2000: 13-14) เป็นแบบแผนในการจัดการเรียนรู้โดยกล่าวถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์

จากการศึกษาความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พอสรุปความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้คือ ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดเตรียมได้อย่างเป็นระบบโดยได้นำหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดประกอบร่วมกันเป็นกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ เทคนิคที่จะช่วยให้การเรียนการสอนนั้น บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักการสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านอธิบายถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยชนัท ธาตุทอง (2554: 172-173) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องมีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นฐานหรือหลักการของรูปแบบการสอนนั้น ๆ โดยมีการบรรยายและอธิบายถึงลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ มีการจัดระบบที่มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์องค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือของกระบวนการเรียนการสอน และมีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อย่างชัดเจน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสามารถสร้างเครื่องมือพิสูจน์ตรวจสอบได้

แอลเดอร์สัน (Anderson. 1997: 521); เอเรนด (Arends.1997: 7); ดิกส์และคาร์เรย์ (Dick; & Carey. 1996: 2-7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบแนวคิดและพื้นฐานความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ต้องอธิบายถึงสิ่งที่ต้องการพัฒนาให้กับนักเรียน
3. ขั้นตอนและรายละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนต้องเป็นระบบที่ชัดเจน
4. การวัดผลและประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแนวทางการวัดผลและประเมินผลของการเรียนการสอนต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องไว้และมีความยืดหยุ่น

จอยส์ และวีล (Joyce; & Weil. 2000: 13-14) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีเป้าหมายโดยเป้าหมายนั้นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ต้องพัฒนาหรือคุณลักษณะที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนหรือการดำเนินการสอน และมีการประเมินผลที่แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากการนำรูปแบบนั้นไปใช้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้ 1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นฐาน 2) มีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) มีขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับที่ชัดเจน 4) การวัดผลและประเมินผล

3.3 ประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โดยทั่วไปในการจัดการเรียนรู้ ได้มีนักการศึกษาอธิบายไว้ดังนี้
ทิตินา แคมมณี (2548: 220 - 221) ได้อธิบายถึงประเภทของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้
ไว้ 5 ลักษณะดังนี้

1. รูปแบบเชิงเปรียบเทียบ (Analogue Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของ
การเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ อย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไป รูปแบบลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านวิทยาศาสตร์
ศึกษากายภาพ สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์
2. รูปแบบเชิงภาษา (Semantic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางการใช้ภาษา
พูดและเขียน รูปแบบลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านศึกษาศาสตร์
3. รูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตร
คณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากได้รูปแบบเชิงภาษาแล้ว
4. รูปแบบเชิงแผนผัง (Schematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่าน แผนผัง
แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ
5. รูปแบบเชิงสาเหตุ (Causal Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกให้เห็นถึงความสัมพันธ์
เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของสถานการณ์ / ปัญหาใด ๆ รูปแบบด้านศึกษาศาสตร์ มักจะเป็นแบบ
นี้ส่วนใหญ่

จอยส์ และวีล (Joyce; & Weil. 1996: 12 - 21) ได้แบ่งประเภทรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ตามกรอบโครงสร้างการใช้งานออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านทางสังคม (The Social Family) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์
ระหว่างบุคคลกับกลุ่มคนในสังคม โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือ
(Cooperative) การแสดงบทบาทสมมติ
2. ด้านการจัดการของข้อมูล (The Information-processing Family) เป็นรูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น การอ่านเอกสาร ตำรา แล้วนำข้อมูลที่ได้จาก
แหล่งต่าง ๆ มาประมวลผลเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ได้แก่ การฝึกคิด
แบบอุปนัย (Thinking Inductively) การคิดแบบสืบสวนสอบสวนจากข้อมูล (Inquiry Thinking)
3. ด้านส่วนบุคคล (The Personal Family) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการ
ทางสติปัญญา ความสนใจ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ด้านความสามารถ
ความรู้สึก รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ได้แก่ การเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. ด้านระบบพฤติกรรม (The Behavioral System Family) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ
นี้เน้นการเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนโดยการวางเงื่อนไขเพื่อให้นักเรียนได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้า
ที่เป็นเงื่อนไขในการเรียนรู้นั้น ๆ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ได้แก่ การสอนด้วยบทเรียนโปรแกรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถานการณ์จำลอง

จากการศึกษาประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พบว่า การแบ่งประเภทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใช้หลักเกณฑ์ในการแบ่งที่แตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายและองค์ประกอบที่มีความคล้ายคลึงกัน มีการศึกษาทั้งด้านพัฒนาการด้านสติปัญญา พฤติกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

3.4 ขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้อธิบายถึงขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ทิตนา แชมมณี (2551: 199-201) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้มีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบ และเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบการจัด การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง
4. กำหนดองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ โดยพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่ช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
5. จัดกลุ่มองค์ประกอบโดยนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป
6. จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้
7. จัดผังรูปแบบโดยแสดงลำดับขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบ
8. ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
9. ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่าบรรลุผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
10. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลจากการทดลองใช้ไปปรับปรุงให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นดียิ่งขึ้น

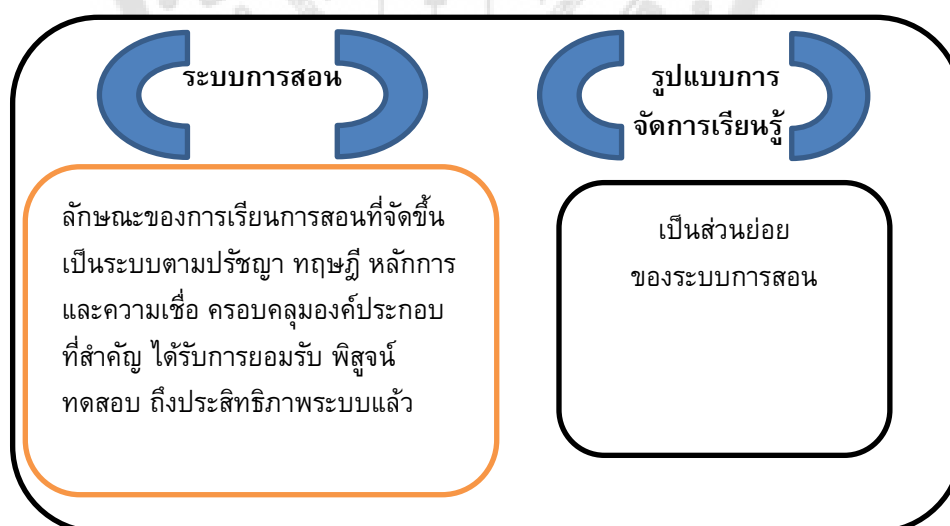
ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548: 52-58); ดิกส์และคาร์เรย์ (Dick; & Carey. 1996); คิมส์ มอร์สัน และโรส (Kemp; Morrison; & Ross. 1998) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่

- 1.1 การวิเคราะห์ปัญหาหรือประเมินความต้องการ

- 1.2 การวิเคราะห์นักเรียน
- 1.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นการพัฒนาได้แก่
 - 2.1 การพัฒนาเนื้อหาความรู้แยกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ พัฒนารายละเอียดของเนื้อหาความรู้แต่ละหน่วย พัฒนาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของเนื้อหาแต่ละหน่วย พัฒนาการฝึกปฏิบัติในแต่ละหน่วยของเนื้อหาและการพัฒนาสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 - 2.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนควรทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 การพัฒนาแบบทดสอบ
 - 2.4 การพัฒนาสื่อและวัสดุการสอน
3. ขั้นการนำไปทดลองใช้ได้แก่
 - 3.1 การสอนและการบริหารการสอน
 - 3.2 การเป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียน
4. ขั้นการประเมินผล ได้แก่
 - 4.1 การประเมินผลเพื่อการปรับปรุง
 - 4.2 การประเมินผลลัพท์หรือผลสัมฤทธิ์

นอกจากการศึกษาขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ยังได้นักการศึกษาแสดงความสัมพันธ์ของระบบการสอนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แบบแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการสอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ที่มา: ชนัท ธาตุทอง. (2554). *สอนคิด:การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. หน้า 174.

สรุปจากการศึกษาขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนสำคัญ คือ 1) ศึกษาสภาพปัญหาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) พัฒนาด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการทดสอบ 3) ขั้นตอนนำไปทดลองใช้ 4) ขั้นตอนประเมินผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยศึกษาความหมาย องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นหลักการพื้นฐานในการออกแบบหรือพัฒนาเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ และเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหลักพื้นฐานดังกล่าวนี้ ได้แก่ หลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบรวมเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอน เทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นเป้าหมายที่ตั้งไว้ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นตอนในการพัฒนาในหัวข้อถัดไป

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการวัดและการประเมินผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามลำดับดังนี้

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสาคร ธรรมศักดิ์ (2541: 135) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดความสามารถของบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้ 2 รูปแบบ คือ การวัดด้านการปฏิบัติการและการวัดด้านเนื้อหา และภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 387-389) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ นอกจากนี้ อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งทางด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะด้านวิชาการแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะแยกให้กลุ่มนักเรียนออกเป็นระดับ

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน โดยสามารถวัดได้หลังจากการเรียนรู้หรือการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะทางวิชาการ

4.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

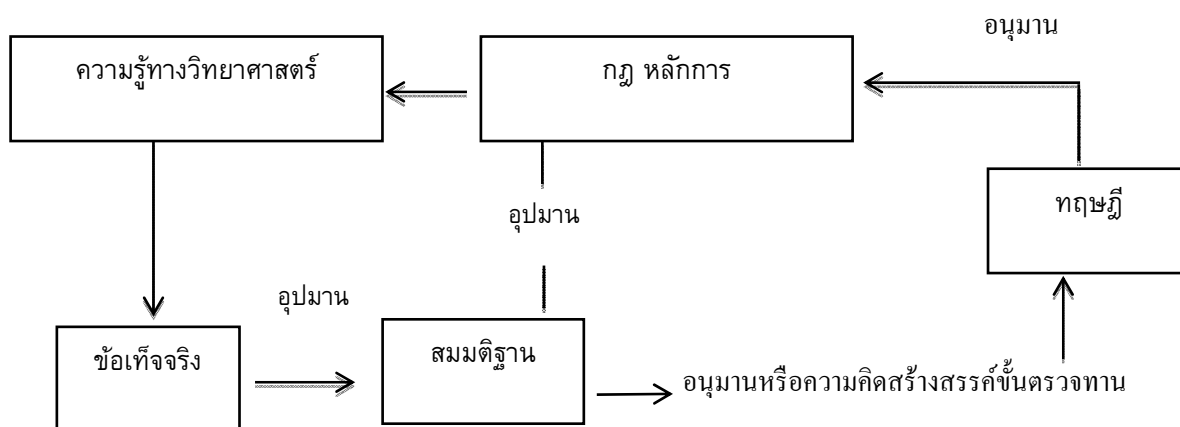
มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดย สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่าเป็น การวัดความรู้ ความสามารถด้านความรู้และความคิดของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดอยู่ 4 ด้าน ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้ในการ แก้ปัญหา และสุธรรม อ่อนคำ (2534) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2541) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พอสรุป ได้ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ยึดแนวทางในการประเมินผลการเรียนรู้ด้าน สติปัญญาหรือด้านความรู้ แบ่งได้ 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้าน ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านการนำความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พอสรุปได้คือ ความสามารถหรือ พฤติกรรมที่วัดได้จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลายด้านทั้งนี้องค์ประกอบ ที่นิยมตรวจสอบจากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มีนักการศึกษากล่าวถึง องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสมจิต สวชนไพบูลย์ (2535: 101-103) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

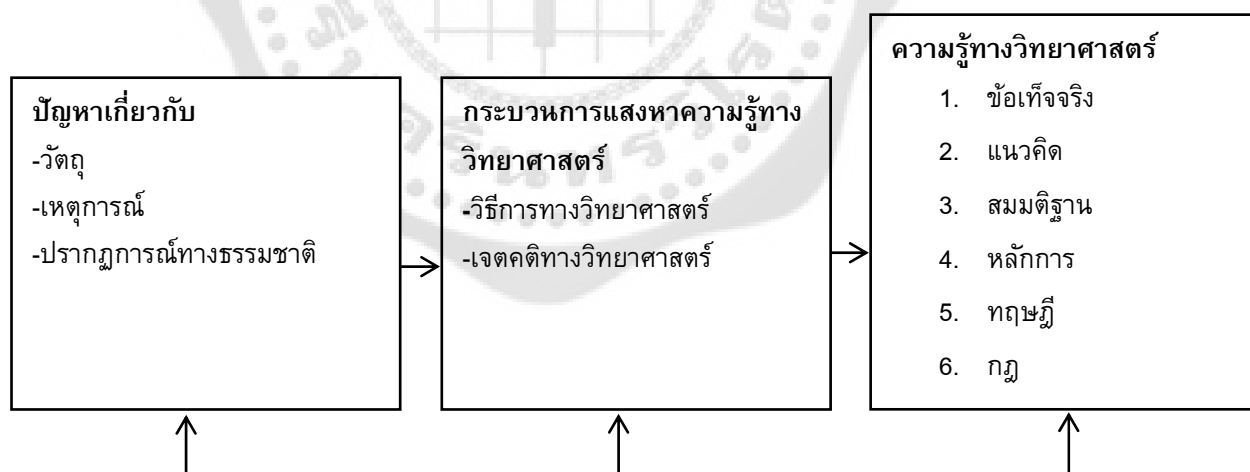
1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) แนวคิด (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. หน้า 101-103.

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบ การค้นหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล จากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. หน้า 101-103.

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2554: 25) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาดโรงเรียน อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้อง ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วย อายุ วุฒิ การศึกษาของครู ประสบการณ์ของครู ความเอาใจใส่หน้าที่ ตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น
3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ความพร้อม ทักษะเกี่ยวกับการเรียนการสอน
4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจสังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่จะนำไปเป็นกรอบแนวทางพื้นฐานในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ 1) ด้านความรู้ (Knowledge) 2) ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) 3) ด้านคุณลักษณะของนักเรียน 4) ด้านคุณลักษณะของครู

4.4 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 18) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว และกรมวิชาการ (2544: 56) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เน้นความสามารถและคุณลักษณะที่แท้จริงของนักเรียนจะต้องใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย ได้แก่ 1) การทดสอบ เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้ ความคิด ความก้าวหน้าในสาระการเรียนรู้ มีเครื่องมือวัดหลายแบบ เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบเติมคำสั้น ๆ แบบถูกผิด แบบจับคู่ 2) การสังเกต เป็นการประเมินพฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน เช่น ความสัมพันธ์ในการทำงานกลุ่ม การวางแผน ความอดทน วิธีการแก้ปัญหา การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนรู้และการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยผู้สอนสามารถสังเกตได้ตลอดเวลาซึ่งจะบันทึกข้อมูลลงในแบบสังเกตที่สร้างขึ้น 3) การสัมภาษณ์ เป็นการสนทนาซักถามด้วยการพูดคุย เพื่อค้นหาข้อมูลที่ไม่อาจพบเห็นได้อย่างชัดเจนในสิ่งที่นักเรียนประพฤติปฏิบัติ 4) การประเมินภาคปฏิบัติ เป็นการประเมินการกระทำ การปฏิบัติงานในการสร้างผลงานให้สำเร็จ โดยผู้สอนจะต้องทำประเด็นการประเมิน โดยมีเครื่องมือเพื่อประกอบการประเมิน ได้แก่ Scoring Rubric, Rating Scale หรือ Checklist 5) การประเมินแฟ้มสะสมผลงาน เป็นการประเมินความสามารถในการทำงานโดยมีการบูรณาการความรู้ รวบรวมผลงานการคัดเลือกผลงานและศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545: 3-5) กล่าวถึงการวัดผลคือ กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับคุณลักษณะหรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่จะวัด

มีองค์ประกอบ 3 ประการคือ 1) ปัญหาหรือสิ่งที่จะวัด 2) เครื่องมือวัดหรือเทคนิควิธีการรวบรวมข้อมูล 3) ข้อมูลเชิงปริมาณจะต้องมีจำนวนและหน่วยวัด แต่ถ้าเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะต้องมีรายละเอียดที่แสดงคุณลักษณะซึ่งอาจจะไม่ใช่ตัวเลข และบลูม (Bloom. 2001; อ้างอิงจาก ศักดิ์ชัย หิริรักษ์. 2556: ออนไลน์) ได้กล่าวถึงการวัดผลด้านสติปัญญาของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความจำ (Remember) นักเรียนสามารถจำความรู้และสามารถนำเอาความรู้ที่ได้จำไว้มาใช้ใหม่ได้ในระยะเวลาที่ยาวนานและมีความสัมพันธ์กับเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็น หัวข้อ เรื่องที่ต้องใช้ความรู้จากการจำนั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์

2. ด้านการเข้าใจ (Understanding) นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructing) ผ่านการพูด การเขียน การใช้ภาพสัญลักษณ์ (Graphic Messages) ด้วยการตีความ (Interpreting) การทดสอบ (Exemplifying) การจัดหมวดหมู่ (Classifying) การสรุป (Summarizing) การสรุปอ้างอิง (Inferring) การเปรียบเทียบ (Comparing) และการอธิบาย (Explaining)

3. ด้านการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Applying) นักเรียนสามารถนำเอาความรู้เดิมไปใช้ผ่านกระบวนการคิดเมื่อประสบกับปัญหาสามารถนำเอาความรู้เดิมไปใช้ในการบริหารจัดการในสถานการณ์ใหม่ (Executing) หรือเอาความรู้เดิมนั้นไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ให้เกิดผล (Implementing)

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analyzing) นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งที่ต้องศึกษาออกเป็นส่วนๆ และทำการศึกษาถึงองค์ประกอบของส่วนย่อย ๆ และทำการศึกษาตัดสินใจว่าในแต่ละส่วนนั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไรในรูปแบบใดหรือสามารถวิเคราะห์ถึงความเหมือนและความแตกต่าง (Differentiating) ของรูปแบบของการจัดโครงสร้างรูปแบบ รูปแบบการบริหารรูปแบบการดำเนินการ (Organize) และวิเคราะห์ถึงคุณลักษณะ คุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษา (Attribution)

5. ด้านการประเมิน (Evaluating) นักเรียนสามารถตัดสินใจจากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น (Criteria) หรือจากมาตรฐาน (Standard) ที่สร้างขึ้นไว้แล้ว ด้วยการตรวจสอบทั้งแบบการสำรวจรายการหรือแบบอื่น ๆ (Checking) และการวิเคราะห์ (Critiquing)

6. ด้านการสร้างสรรค์ (Creating) นักเรียนสามารถนำเอาองค์ความรู้มาบูรณาการร่วมกันทั้งในด้านความสอดคล้องของความรู้ (Coherent) สามารถนำเอาความรู้มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Functional Whole) สามารถนำเอาความรู้เดิมมาจัดระบบความคิด เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ (Reorganize) ทั้งในด้านแบบแผน (Pattern) หรือโครงสร้างของชุดความรู้ (Structure) การได้มาซึ่งชุดความรู้ใหม่ (Generate) รูปแบบการวางแผนที่แตกต่างไปจากเดิม (Plan) หรืออาจเป็นผลผลิตใหม่ (Product)

จากการศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมิน มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งใช้การวัดพฤติกรรม 5 ด้านของ คือ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมิน เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5. ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อประกอบการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยได้ทำการศึกษาความหมาย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการวัดผลและประเมินผลของความพึงพอใจ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาทฤษฎีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ โดย ทรงสมร คชเลิศ (2543: 12) ได้กล่าวถึงความพอใจไว้ว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคล อันเนื่องมาจากสิ่งเร้า ซึ่งปรากฏออกมาทางพฤติกรรมว่ารู้สึกชอบรู้สึกพอใจและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ สอดคล้องกับ อนิรุทธิ์ สติมัน (2550: 105) กล่าวถึงความพอใจไว้ว่า เป็นความรู้สึก ความชอบความพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่ออยู่ในสภาวะของการมีความสุข เมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ตามความต้องการ ตามสิ่งที่ได้คาดหวังไว้หรือแรงจูงใจที่ตนเองได้ตั้งใจไว้ นอกจากนี้ กู๊ด (Good. 1973: 320) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจหมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่ และวิลแมน (Wolman. 1973: 384) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจคือ ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายและความต้องการ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่แสดงออกถึงการชอบ การพอใจ การประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อสิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้

5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจคือ ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่แสดงออกถึง การชอบ การพอใจ การประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อสิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ โดย สมรภูมิ ขวัญคุ้ม (2530: 9) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจโดยการสรุปเนื้อหาความมาจากแนวคิดของ เซเลสนิค (Zalesnich) สรุปได้ว่าความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ความต้องการภายนอกหรือความต้องการทางกายภาพ 2) ความต้องการ

ภายในหรือความต้องการทางจิตใจ และเฮอริชเบิร์กและคณะ (Herzberg; & et al. 1959: 60-65) กล่าวว่าความพึงพอใจคือพฤติกรรมด้านความรู้สึกที่แสดงออกมา 2 ลักษณะ คือความพอใจและความไม่พอใจ นอกจากนี้ มาสโลว์ (Maslow.1970: 69-80) ได้เสนอทฤษฎีไว้ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ มีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ 1) ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญ โดยเริ่มจากระดับความต้องการขั้นสูงสุด 2) มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่ 3) เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่สนใจให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทน และเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น 4) ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกัน มีลักษณะควบคู่คือ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็มีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ มี 5 ระดับ ได้แก่ 1) ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) 2) ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) 3) ความต้องการทางสังคม (Social Needs) 4) ความต้องการที่ได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem Needs) 5) ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs)

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นพฤติกรรม การแสดงความรู้สึกของบุคคล อันเกิดจากความพอใจ ความชอบ ความประทับใจ

5.3 วิธีสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้

การสร้าง ความพอใจในการเรียนรู้เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการสร้างความพึงพอใจในการเรียน โดย จีวีวรรณ สีสม (2555: 70) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจในการเรียนคือ ผู้สอนควรส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความสนใจของนักเรียน การวัดผลและประเมินผลจะต้องมีความหลากหลายและมีความน่าเชื่อถือสามารถวัดได้ครอบคลุมทุกด้าน สอดคล้องกับสุรศักดิ์ รักษา (2556: 72) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจในการเรียนเกิดจากองค์ประกอบสำคัญเหล่านี้คือ คุณสมบัติของครู กิจกรรมการเรียนที่สามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ตนต้องการ การวัดและประเมินผลการสอน จึงจะประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ สกินเนอร์ (Skinner. 1972: 1-59,120) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า คือการจัดให้บุคคลได้มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเองและมีเสรีภาพ และบลูม (Bloom. 1976: 72-74) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียน การสอนว่า ควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความต้องการ จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจในการปฏิบัติต่องาน ที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก เช่น เกมส์ ดนตรีและจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้รวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง

โดยสรุปการสร้างคามพึงพอใจในการเรียน คือการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำตามความถนัดและความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความพอใจ ความกระตือรือร้นที่จะทำการใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อการวัดและประเมินผลประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้

5.4 การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ

หลักการในการวัดความพึงพอใจในการเรียนสามารถทำได้หลากหลายวิธี ดังที่นักการศึกษาได้นำเสนอ ดังนี้ สาโรจน์ ไสยสมบัติ (2534: 39) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจที่นิยมใช้กันอยู่แพร่หลายนั้นคือการใช้แบบสอบถาม โดยได้เสนอแนวทางในการวัดความพึงพอใจ ดังนี้ 1) การสัมภาษณ์ 2) การสังเกต อาจได้มาจากแบบสังเกตพฤติกรรม และภณิดา ชัยปัญญา (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้นสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ 1) การใช้แบบสอบถาม มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าว อาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ 2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง 3) การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกโดยการพูด กิริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบ

จากการศึกษาหลักการวัดและประเมินความพึงพอใจในการเรียน พบว่า สามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้แบบสอบถาม เพื่อจะได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากแบบสอบถามเป็นการวัดการประเมินที่ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลของผู้ให้ข้อมูล

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ข้อความในแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือความพอใจและความไม่พอใจประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียน ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ด้านผู้สอน โดยปรับปรุงมาจากแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนของ ทรงสมร คชเลิศ (2543) ชนิตา จันท์ ธีรยุทธ์ (2545) จวีวรรณ สีสม (2555) จำนวน 30 ข้อ โดยในแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด โดยใช้วิธีการแปลผลของบุญชม ศรีสะอาด (2539: 64-70) ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
ระดับ 5	4.21-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	3.41-4.20	พึงพอใจมาก
ระดับ 3	2.61-3.40	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	1.81-2.60	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1	1.00-1.80	พึงพอใจน้อยที่สุด

สรุปจากการศึกษาเอกสารทั้งหมดที่ได้ทำการค้นคว้า ผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยที่ผู้วิจัยได้วางกรอบแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและการแสวงหาความรู้ รวมทั้งการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้เพียงมุ่งหวังให้นักเรียนสามารถจดจำในสิ่งที่เรียนรู้เท่านั้น แต่เน้นให้นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดในรูปแบบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวคือเป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบช่วยเป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและถ้าบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แล้วจะไม่ยอมเชื่ออะไรจนกว่าจะมีเหตุผลเพียงพอและสามารถพิสูจน์ได้ ตรวจสอบได้ ในการวิจัยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเองและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มาเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมที่เป็นตัวแปรปัญหาของบริบท ในการทำการวิจัยนั้นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ต้องได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก และได้ทำการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้เพิ่มเติมด้วย เนื่องจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความพึงพอใจสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ ที่สูงขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวลของนักเรียนและมีผลส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญไว้ในบทที่ 1 โดยได้กล่าวถึงสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ของระบบการศึกษาในประเทศไทย และสภาพปัญหาของบริบทที่จะทำการวิจัยเพื่อหาทางแก้ปัญหารวมทั้งความสำคัญของการวิจัย คำถามวิจัย สมมติฐานในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัย พร้อมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัยในครั้งนี้ ส่วนในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอเกี่ยวกับที่มาของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวกับทฤษฎีทางการศึกษาของการจัดการเรียนรู้และแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจในการเรียน ซึ่งทั้งหมดเป็นตัวแปรที่สำคัญของการวิจัยในครั้งนี้ ส่วนในเรื่องวิธีการดำเนินการวิจัยและเครื่องมือในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยจะนำเสนอไว้ในบทถัดไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. กำหนด ประชากร กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่าง
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 5 พลังงาน
3. ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเทคนิค การจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ลักษณะต่าง ๆ
4. ศึกษาทฤษฎี ความหมาย องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
5. ศึกษากลยุทธ์การส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของคุห์น (Kuhn. 2005) บนฐานเมตตาเลเวล
6. ศึกษาการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ คุห์น (Kuhn. 2005)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดบนฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. พัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
3. พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. พัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์บนฐานเมตตาเลเวล

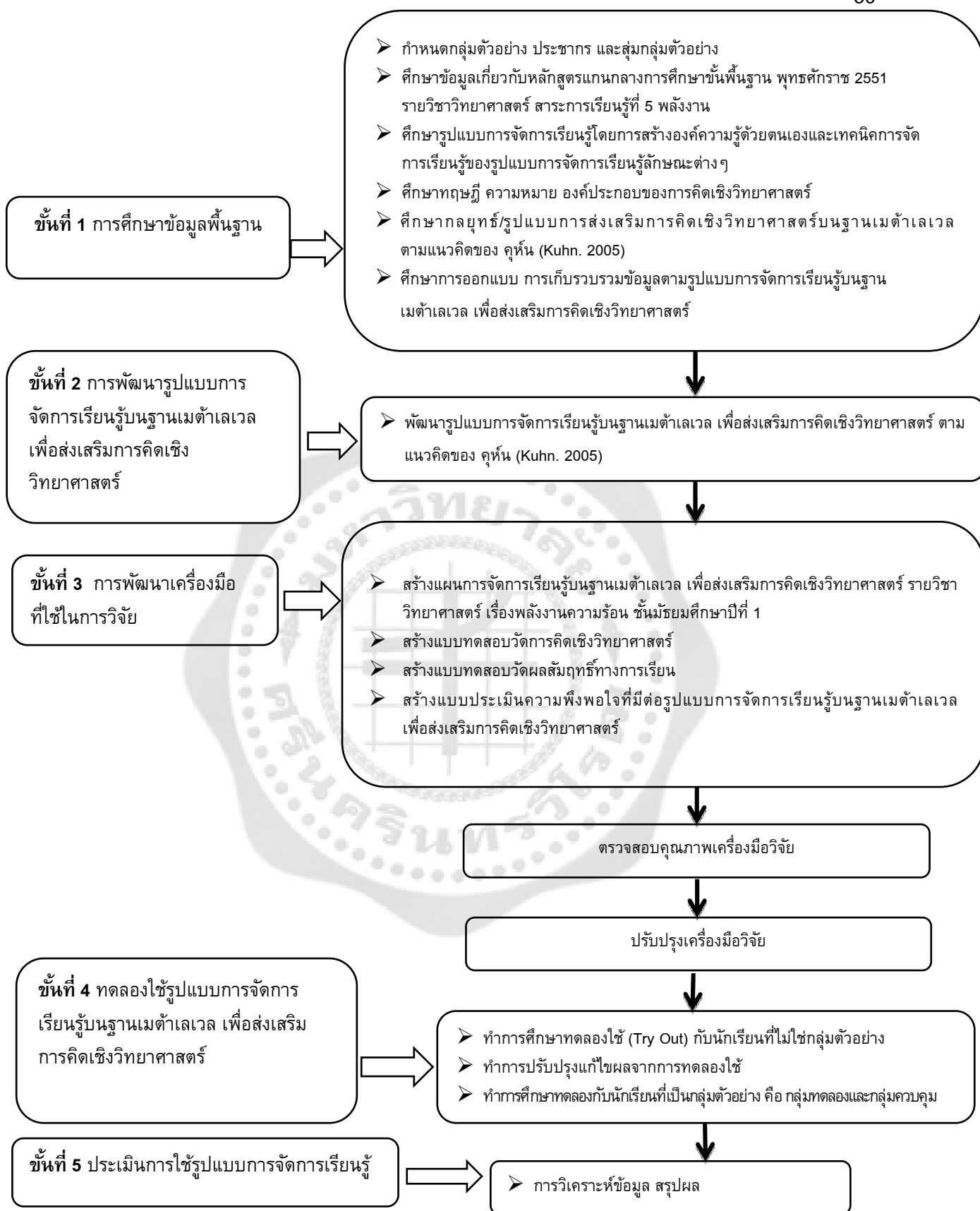
1. ทำการศึกษาทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
2. ทำการปรับปรุงแก้ไขผลจากการทดลองใช้

ขั้นที่ 5 การใช้และการประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1. ทำการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

สำหรับลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงได้ดังภาพประกอบ 12





ภาพประกอบ 12 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. การกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่างและการออกแบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งการกำหนดแบบแผนการวิจัย เป็นดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 495 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นห้องที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.66 และกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.35 ส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 16.64 ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.40 และเป็นห้องเรียนที่มีการคัดเลือกนักเรียนสำหรับจัดห้องเรียนโดยเรียงลำดับคะแนนสูงสุดตั้งแต่ลำดับที่ 1-100 นอกจากนี้ยังเป็นห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสามารถดำเนินการสอนได้ด้วยตนเอง เนื่องจากนี้ผู้บริหารและอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน ซึ่งการได้มาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือการจับฉลาก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มทดลอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 45 คน

กลุ่มควบคุม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 45 คน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Research) ที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest–Posttest Nonrandomized Control Group Design) (ผ่องพรรณ ตรียมงคล; และสุภาพ จันตราภรณ์. 2549: 60) มีรูปแบบการทดลอง ดังภาพประกอบ 13

E	O ₁	X	O ₂
C	O ₃	-	O ₄

ภาพประกอบ 13 แบบแผนการวิจัย

- เมื่อ E = กลุ่มทดลอง
 C = กลุ่มควบคุม
 X = เป็นตัวแปรสาเหตุที่จัดกระทำ (Treatment)
 O₁ = เป็นผลการทดสอบก่อนทดลองของกลุ่มทดลอง
 O₂ = เป็นผลการทดสอบหลังทดลองของกลุ่มทดลอง
 O₃ = เป็นผลการทดสอบก่อนทดลองของกลุ่มควบคุม
 O₄ = เป็นผลการทดสอบหลังทดลองของกลุ่มควบคุม

2. การศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 5 พลังงาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553) และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545 กล่าวว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้และถือว่านักเรียนมีความสำคัญต้องส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตามธรรมชาติ จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ ฝึกกระบวนการคิด การเผชิญปัญหา และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยได้ฝึกปฏิบัติจริงทำจริง คิดเป็น เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง โดยผู้สอนต้องจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยความสะดวก ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554.)

2.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ ด้านการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ คูห์น (Kuhn, 2005) โดยนำกระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวลมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยให้นักเรียนมีการคิด เพื่อแสวงหาความรู้ที่มีเป้าหมาย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.4 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน บทบาทของผู้สอน การวัดผลและการประเมินผล โดยทำการสังเคราะห์แล้วนำมาเป็นกรอบแนวทางการเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการพัฒนาเป็นดังนี้

1. การสร้างกรอบแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในบทที่ 2 มาสังเคราะห์เพื่อนำมาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องแต่ละขั้นตอนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน

1.2 ศึกษารายละเอียดและสังเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.3 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการสังเคราะห์เอกสารที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลงข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง แล้วนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการ

คิดเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแก้ไข ตรวจสอบ ประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในด้านการบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านหลักสูตร ด้านการวัดผลและประเมินผล แล้วนำเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเสนอแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยได้นำเสนอถึงบทบาทของผู้สอนและพฤติกรรมของนักเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้สอน และพฤติกรรมนักเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	พฤติกรรมนักเรียน
1.การระบุปัญหา (Problem Identifying) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือตั้งประเด็นปัญหาขึ้นเพื่อให้ นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดอย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้วทำการกระตุ้นให้นักเรียนระบุคำถามหรือปัญหาเป้าหมายของการศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้	กำหนดสถานการณ์ตั้งประเด็นปัญหาโดยการนำเสนอ สาธิต ทดลอง เล่าเรื่อง พูดคุย สร้างปัญหาขึ้น	1) พิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์อย่างละเอียดและรอบคอบด้วยใจที่เปิดกว้าง 2) แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน 3) ระบุคำถามหรือปัญหาเป้าหมายของการศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ 4) ลำดับและคัดเลือกข้อสงสัยที่สำคัญและมีความเด่นชัดที่สุด 5) ปรับข้อสงสัยดังกล่าวเป็นข้อความปัญหาที่สั้นกระชับและชัดเจน 6) กำหนดขอบเขตข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	พฤติกรรมนักเรียน
2. การสืบค้น (Searching) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ปฏิบัติทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับแนวทางคำตอบของปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น ใบบทความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต เอกสารอ้างอิง สื่อการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น และรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในสืบค้นจึงจะเหมาะสมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้นและให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่เพียงพอจะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานในการเลือกรวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้	1) จัดกิจกรรม สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ ปฏิบัติการสืบค้นรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ เกี่ยวกับสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ และแนวทางคำตอบของปัญหาจากแหล่งข้อมูล เช่น ใบบทความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต เอกสารอ้างอิง สื่อการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น 2) อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้น รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดที่น่าจะตรวจสอบได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางคำตอบ 3) กระตุ้นให้นักเรียน ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ	1) สืบค้น ค้นหา ข้อมูล รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ เกี่ยวกับสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ และแนวทางคำตอบของปัญหาจากแหล่งข้อมูล 2) ตั้งสมมติฐานของคำตอบ 3) เลือกสมมติฐานที่ดีที่สุด และสามารถตรวจสอบได้ทางหลักการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	พฤติกรรมนักเรียน
3.การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนช่วยแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ในการตรวจสอบสมมติฐานและรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในตรวจสอบจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น เพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ในการทดสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น วิเคราะห์สังเคราะห์ บอกจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่และทำการทดลองเป็นต้น	1) ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ บอกจุดเด่นจุดด้อยจัดหมวดหมู่ จำแนกเกี่ยวกับสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ และแนวทางคำตอบของปัญหาโดยเชื่อมโยงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือสอดคล้องเหมาะสมมาสนับสนุน 2) ตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ 3) คอยอำนวยความสะดวกควบคุมดูแล และให้คำปรึกษากับนักเรียน	1) ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน 2) แสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ 3) ตรวจสอบความถูกต้อง เช่น วิเคราะห์ อภิปราย วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน พิจารณา ประเมินให้รอบคอบทั้งกระบวนการ

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	พฤติกรรมนักเรียน
4.การลงข้อสรุป (Inferring) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวโน้มนัยความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งมากขึ้น เช่น ตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมมากขึ้น ชักถามให้นักเรียนมีความชัดเจน กระตุ้นในความรู้และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ ประเด็นปัญหาเรื่องอื่น ๆ รวมถึงให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่น และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและมีการอ้างอิงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือมาประกอบสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอาจเป็นหลักการหรือหลักฐานที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องได้ถูกต้องสมบูรณ์ สมเหตุสมผล	1) แนะนำแนวทางการจัดกระทำข้อมูล 2) จัดกิจกรรม หรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งมากขึ้น เช่น ตั้งประเด็นคำถาม เพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมมากขึ้น ชักถามให้นักเรียนมีความชัดเจน กระตุ้นในความรู้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ ประเด็นปัญหาเรื่องอื่น ๆ 3) ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่น	1) นักเรียนสรุปเกี่ยวกับข้อมูลของสาเหตุ ปัจจัยหรือคำตอบที่ได้มาจากวิธีการหลากหลาย โดยการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลและอธิบายเหตุผลประกอบสิ่งที่ตนยอมรับและไม่ยอมรับซึ่งอาจจะมีหลักฐานหรือไม่มีหลักฐานประกอบและยอมรับข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน โดยอาจนำหลักฐานที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกันมาประกอบ 2) นักเรียนเชื่อมโยงเหตุการณ์กับหลักวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น แผนผัง โมเดล เป็นต้น

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	พฤติกรรมนักเรียน
5. การโต้แย้ง (Argumenting) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนตั้งประเด็นคำถาม จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ขึ้น แต่ไม่บังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจหรือเรื่องที่จะศึกษาโดยผู้สอนอาจจะทำการทดลอง ทำการสาธิต ทำการนำเสนอ ข้อมูล อภิปราย พูดคุย สนทนา ใช้เกม เพื่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้น แล้วนำไปสู่การนำเสนอข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อโต้แย้งหรือกล่าวอ้างโดยให้นักเรียนสื่อสารข้อสรุปโดยการนำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่นเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือแสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล	1) ตั้งประเด็นคำถาม จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ แต่ไม่บังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจ หรือเรื่องที่จะศึกษา เช่น ทำการทดลอง การสาธิต การนำเสนอข้อมูล อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้น แล้วนำไปสู่การนำเสนอข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาให้เหตุผล โต้แย้งหรือกล่าวอ้าง และหาข้อยุติของกลุ่ม	1) พิจารณากิจกรรมหรือสถานการณ์ที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัดที่อาจก่อให้เกิดเป็นประเด็นคำถามในการโต้แย้งถึงสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ หรือแนวทางคำตอบ ซึ่งการชี้ประเด็นการโต้แย้งหรือกล่าวอ้างนั้นจะต้องนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเอง เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่น

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบคู่ขนาน โดยมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย เขียนอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 18 ข้อ มีการวัดตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ความสามารถในการระบุปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ 3) ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ 4) ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน 5) ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล 6) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานความร้อน โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตัว 4 ตัวเลือก

1.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม การเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และด้านผู้สอน จำนวน 30 ข้อ

2. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารที่ 5 พลังงาน เรื่องพลังงานความร้อน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์ของรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

2.1.2 นำเนื้อหาสาระเรื่องพลังงานความร้อน มาวิเคราะห์และวางแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาว จำนวน 6 แผน เป็นเวลา 23 คาบ

2.1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ตามเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ชุดที่ 1 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลงข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ชุดที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนแบบ 5E)

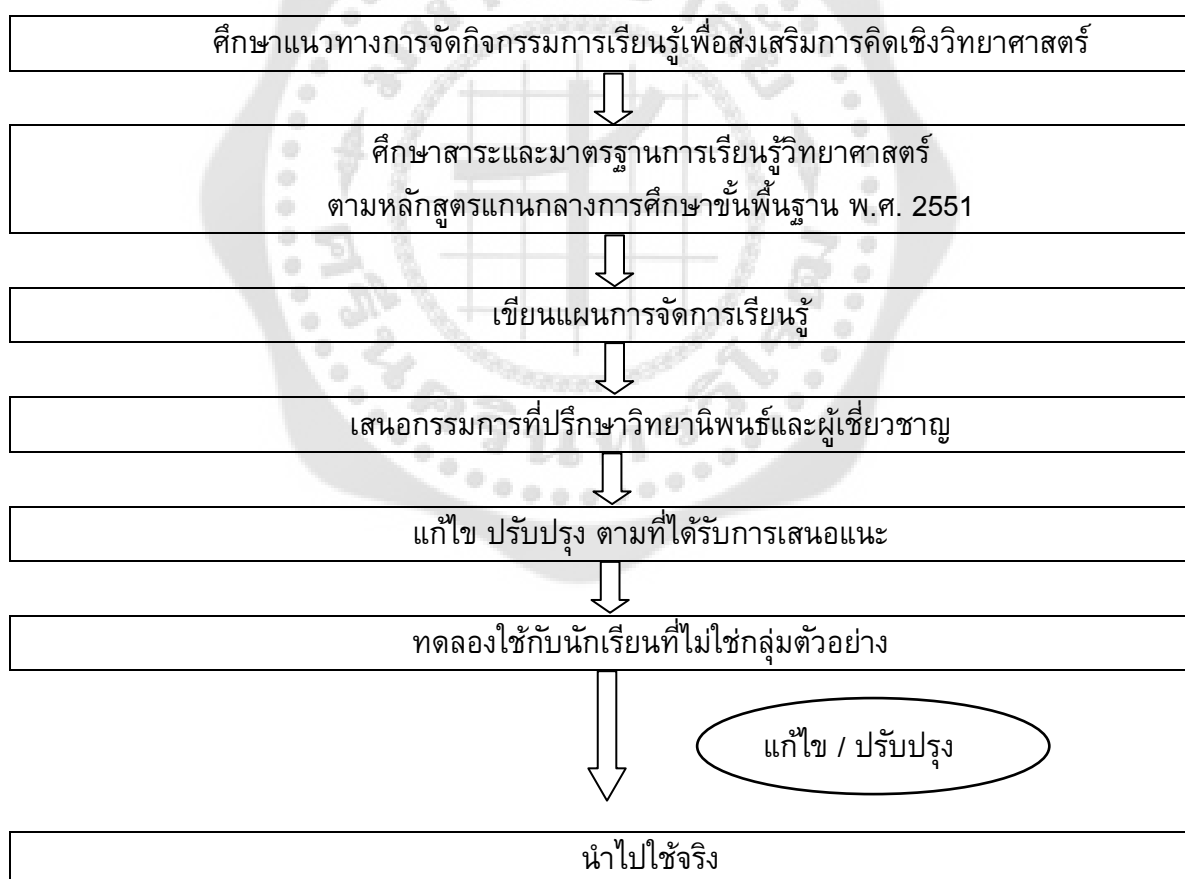
2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบเพื่อให้ข้อเสนอแนะแล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดที่สอดคล้องในทุกด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านหลักสูตร และองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อการเรียนรู้ สามารถพิจารณาคำชี้แจงความสอดคล้องได้ตรงตามแนว ข นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเตรียมสถานการณ์ปัญหาหรือกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประเด็นในการโต้แย้ง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยเตรียมสถานการณ์หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนสำหรับ

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้และทำการปรับปรุงข้อความในแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยมีการปรับปรุงในส่วนของเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการปรับปรุงสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาในขอบเขตของเรื่องที่กำลังจะศึกษาได้มากขึ้น

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ลำดับขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 14

ลำดับขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลักการและวิธีการสร้างข้อสอบจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ

2.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบคู่ขนานโดยเป็นแบบอัตนัย เขียนอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยให้ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความหมาย องค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับบุคลิกภาพของนักเรียนโดยจำนวนข้อของแบบทดสอบครอบคลุมคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 คุณลักษณะที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ได้แก่

1) ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาหรือตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษา โดยให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานั้น ๆ ได้

2) ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้

3) ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นรวบรวมของแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นแนวทางคำตอบของปัญหามากที่สุดโดยให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้

4) ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่าควรเลือกใช้วิธีในการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสมมากที่สุด เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ มีการอ้างอิงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน โดยให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการนั้น ๆ เช่น การวิเคราะห์สังเคราะห์ บอกจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่ จำแนก เปรียบเทียบ ทำการทดลอง เป็นต้น

5) ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอย่างได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผลได้

6) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการคิดที่แสดงออกถึงการที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นโต้ตอบ ให้เหตุผล การกล่าวอ้าง เรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการทฤษฎีมาสนับสนุน

แนวคิดของตนเองอย่างสมเหตุและสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

7) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยผลของคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

นักเรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นคำถามและให้เหตุผลประกอบได้

นักเรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามได้ถูกต้องตรงตามประเด็นคำถามบางส่วนและให้เหตุผลประกอบได้

นักเรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน และไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้

นักเรียนจะได้คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 0 คะแนน เมื่อไม่ตอบหรือตอบคำถามไม่ถูกต้องและไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้ โดยนำการให้เหตุผลมาประกอบการวิเคราะห์ผลการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

8) นำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะแล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีความชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม

9) นำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของข้อสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการวัดผล ประเมินผล ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) ตลอดจนความชัดเจนและความถูกต้องในการใช้ภาษาและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

+ 1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนี้เป็นตัวแทนแบบทดสอบการคิด	เชิงวิทยาศาสตร์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบข้อนี้เป็นตัวแทนแบบทดสอบการคิด	เชิงวิทยาศาสตร์
- 1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนี้ไม่เป็นตัวแทนแบบทดสอบการคิด	เชิงวิทยาศาสตร์

สามารถพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องได้ดังภาคผนวก ข นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) สถานการณ์ปัญหาควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน 2) ลักษณะของแบบทดสอบควรเป็นลักษณะแบบคู่ขนาน คือมีลักษณะเนื้อหาที่วัดคล้ายกัน แต่สถานการณ์ที่แตกต่างกัน และ 3) แบบทดสอบไม่ควรมีเฉพาะเนื้อหาที่เรียนเท่านั้น ควรมีเนื้อหาอื่น ๆ หรือหลักการวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ด้วย ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขตาม

คำแนะนำ โดยนำสถานการณ์การปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหา ในแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สร้างแบบทดสอบเป็นลักษณะของแบบคู่ขนานและมี เนื้อหาที่หลากหลาย

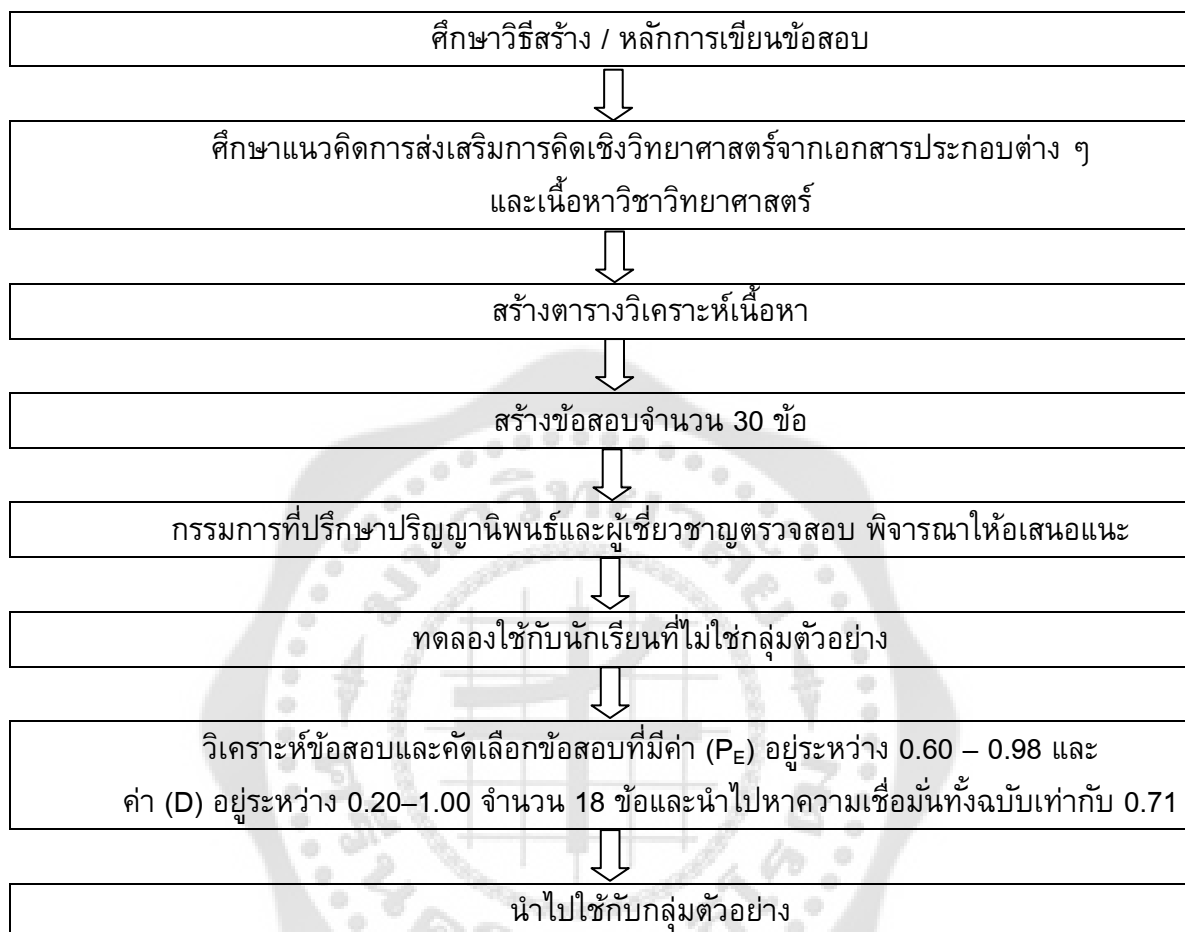
10) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพราะถือว่าข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะทดสอบ ถ้าข้อสอบข้อนั้นมีค่าดัชนี ความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ข้อสอบข้อนั้นจะถูกปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ดีขึ้นหรือตัดออกไป

11) ปรับปรุงข้อความในแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตาม ข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ

12) นำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย โดยทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

13) นำคะแนนที่ได้จากข้อที่ (12) มาวิเคราะห์หาค่าความยากข้อสอบรายข้อ (Index of Difficulty: P_E) ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ (Index of Discrimination: D) โดยใช้ เทคนิคของวิทเดย์และซาเบอร์ (Whithey; & Sabers. 1970; อ้างอิงจาก สาคร แสงผึ้ง. 2546: 2) ซึ่งข้อสอบ ที่คัดเลือกไว้มีจำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (P_E) อยู่ระหว่าง 0.60 – 0.98 และค่า อำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดย วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแสดงในภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.3.1 ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบ

2.3.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้

2.3.3 สร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและมีคำตอบลวงอีก 3 ข้อ ให้สอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยอาศัยตารางวิเคราะห์เนื้อหาและสร้างข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ตามหลักการวัดผลด้านสติปัญญาที่ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การประเมิน การนำไปใช้ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 ข้อหรือไม่ตอบ ให้คะแนนเป็น 0 คะแนน

2.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้ที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของข้อสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จากค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ ตลอดจนความชัดเจนและความถูกต้องในการใช้ภาษาและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- + 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่เป็นตัวแทนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

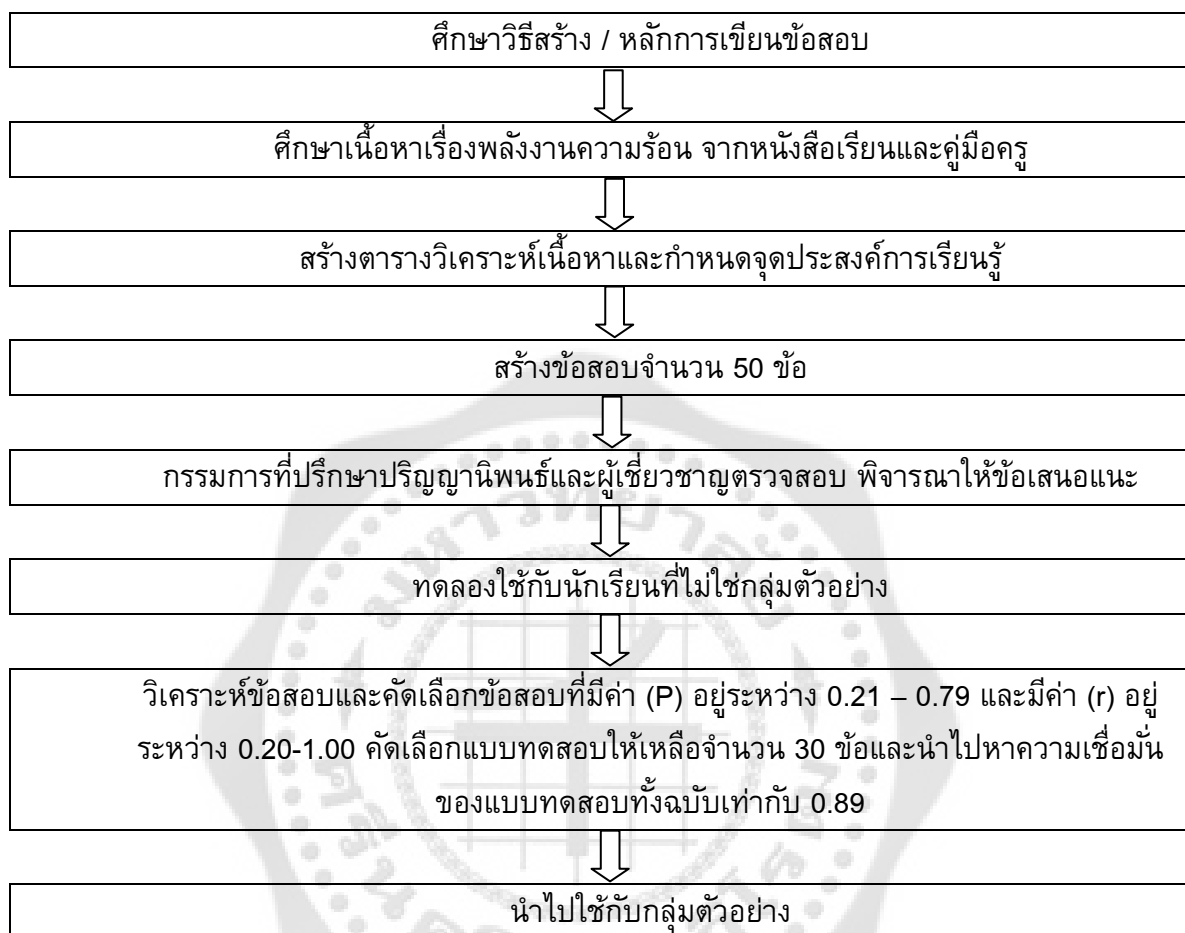
โดยสามารถพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องได้ดังภาคผนวก ข นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีการนำการทดลองมาเป็นข้อสอบ อาจแนะนำเสนอโดยรูปภาพหรือผลการทดลองก็ได้ และควรเพิ่มข้อสอบที่มีการคิดในหลายมุมมองและหลายมิติ และผู้วิจัยได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยนำผลการทดลอง และรูปภาพจากการทดลองมาใช้เป็นแบบทดสอบ

2.3.5 คัดเลือกเอาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพราะถือว่าข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะทดสอบ และถ้าข้อสอบข้อนั้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ข้อสอบข้อนั้นจะต้องปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ดีขึ้นหรือถูกตัดออกไป

2.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

2.3.7 นำคะแนนที่ได้จากข้อที่ 7 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (P) อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแสดงในภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.1 กำหนดกรอบแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.2 กำหนดเนื้อหาและรูปแบบในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ โดยได้แบ่งเป็นด้าน ๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และด้านผู้สอน จำนวน 30 ข้อ

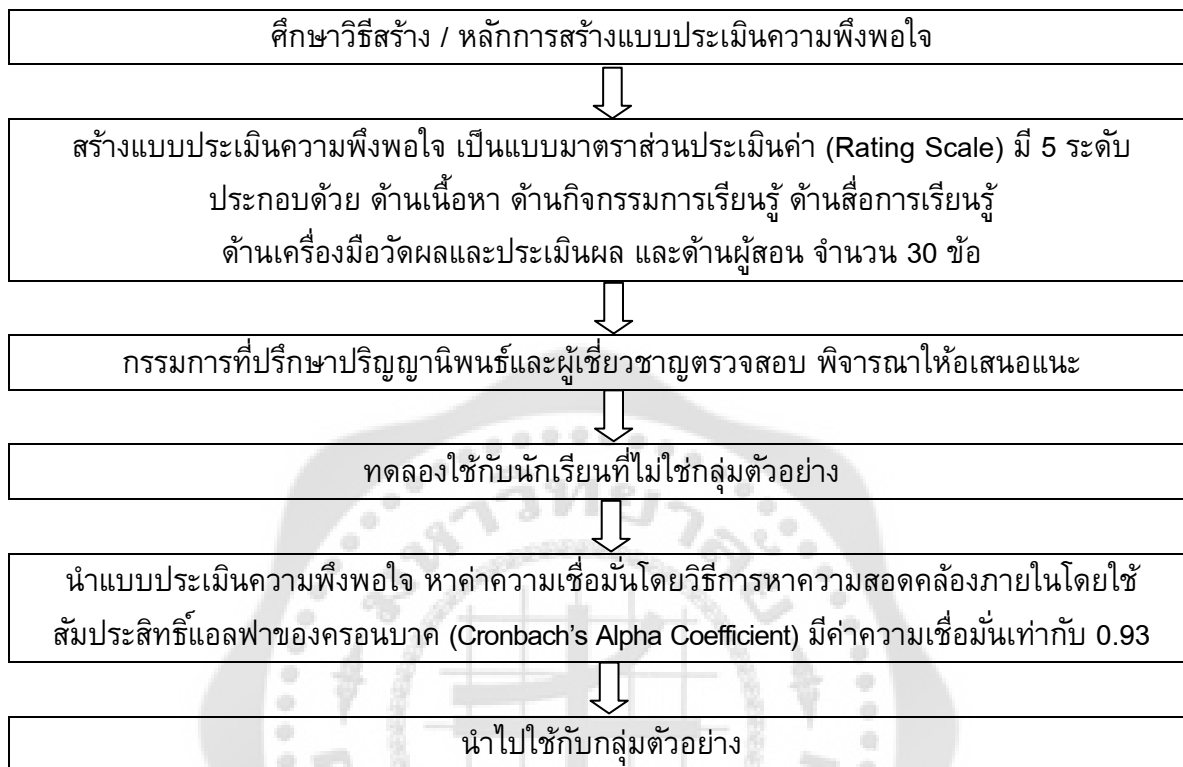
2.4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความครอบคลุมด้านเนื้อหา รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ซึ่งได้มีการตัดข้อคำถามบางข้อที่ไม่เหมาะสมและไม่สามารถวัดได้ตรงตามประเด็น นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นสอดคล้องในทุกด้าน ซึ่งได้แก่ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผล และประเมินผล และด้านผู้สอน โดยสามารถพิจารณาดัชนีความสอดคล้องดังภาคผนวก ข ในส่วนของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.4.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน

2.4.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาความสอดคล้องภายในโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความพึงพอใจก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล

2.4.7 นำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการวิจัย

ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เตรียมการเพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้

2. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาจัดการเรียนรู้กับกลุ่มทดลองโดยสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งสิ้น 23 ชั่วโมง รายละเอียดในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอนมีดังนี้

2.1 ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ในเวลา 90 นาที

2.2 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 60 นาที

2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลงข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง

2.4 ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ในเวลา 90 นาที หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้แล้ว

2.5 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 60 นาที หลังจากสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้แล้ว

2.6 ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยนำคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแปลค่าความหมายระดับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows Version 21.0 ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามเนื้อหาของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent samples)

2. วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อใช้ประกอบการอธิบายพัฒนาการและวิเคราะห์หาค่าร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนเต็ม

3. วิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (t-test for independent samples)

4. ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติตามระดับหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติตามระดับ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยวิเคราะห์ในภาพรวมรายข้อ ประกอบคำบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ใช้สถิติเพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและหาคุณภาพเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยและสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ดังนี้

1.1 สถิติสำหรับการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index Item objective Congruence) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 208-209) ได้ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 สถิติสำหรับการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 209-211) ได้ใช้สูตร ดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

1.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

1.3 สถิติสำหรับการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Whithey; & Sabers.1970; อ้างอิงจาก สาคร แสงผิ้ง. 2546: 2) ได้ใช้สูตร ดังนี้

1.3.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบรายข้อ

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

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.4 สถิติตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจและแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200-201) ได้ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือวัดทั้งฉบับ

1.5 สถิติสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-198)

$$R_t = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right)$$

เมื่อ	R_t	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ประกอบด้วย 5 ส่วนย่อย ดังนี้

2.1 สถิติสำหรับการหาค่าร้อยละ

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ
 f แทน ค่าความถี่
 N แทน จำนวนทั้งหมด

2.2 สถิติสำหรับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ของแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 73) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.3 สถิติสำหรับการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $S.D$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.4 เกณฑ์ในการแปลผลแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้การแบ่งระดับแบบอิงเกณฑ์ โดยหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบถามทั้งหมด ซึ่งอยู่ระหว่าง 1-5 คะแนน และแบ่งค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 5 ระดับโดยคำนวณช่วงคะแนนจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2539: 64-70.)

$$\text{ช่วงคะแนน} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{5}$$

$$\text{ช่วงคะแนน} = \frac{5 - 1}{5} = 0.8$$

ซึ่งสามารถแปลผลคะแนนระดับความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
ระดับ 5	4.21-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	3.41-4.20	พึงพอใจมาก
ระดับ 3	2.61-3.40	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	1.81-2.60	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1	1.00-1.80	พึงพอใจน้อยที่สุด

2.5 สำหรับการตรวจสอบค่า t เพื่อตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรม SPSS for Windows Version 21.0 ดังนี้

2.5.1 ความแตกต่างของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent samples)

2.5.2 ความแตกต่างของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (t-test for independent samples)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การวิเคราะห์การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรูปแบบอย่างไร

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปกระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยเชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น วัฒนธรรมต่าง ๆ สถาบันครอบครัว และภาษา เป็นต้น โดยสิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล อีกทั้งทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยจนเกิดความรู้ความเข้าใจ และเกิดข้อค้นพบใหม่ด้วยตนเอง และสามารถเชื่อมโยงไปยังความรู้เดิมที่มีอยู่โดยคำนึงประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่แตกต่างกันของบุคคล (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540: 20-21; ทิศนา ขัมมณี. 2548: 94-96)

2. ศึกษาแนวคิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยเชื่อว่า ถ้าบุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่ไม่ยอมเชื่ออะไรจนกว่าจะมีเหตุผลที่เพียงพอและสามารถพิสูจน์ได้เป็นบุคคลที่ใช้กระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง กับความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูลมีการสังเกตด้วยตนเอง และอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ พิสูจน์จนกระทั่งได้ คำตอบหรือข้อสรุปถูกต้องและน่าเชื่อถือ อีกทั้งเป็นบุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การมี เหตุผล มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อตรง ยุติธรรมและใฝ่รู้

3. ศึกษาหลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการศึกษาความหมาย องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็น หลักการพื้นฐานในการออกแบบหรือพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหลักการพื้นฐานดังกล่าวนี้ ได้แก่ หลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบรวมเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิค การสอนต่าง ๆ

จากการศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎีของทั้ง 3 แนวคิดดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ ทฤษฎีการ สร้างความรู้ด้วยตนเอง การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทำให้ ผู้วิจัยสามารถวางกรอบในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดบนฐาน เมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย ผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ มากมาย ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนของ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การตรวจสอบ สมมติฐาน และ 4) การสรุปผล (เจตธนี บุญนาวา. 2552; จิตติมา กำลังเลิศ. 2553; ทิศนา แคมมณี. 2544; สสวท. 2546; พันธุ์ ทองชุมนุช. 2547; ธิดารัตน์ อินปาติยะ. 2554; ศิวตล กลฤทธิกร. 2554; วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548; Friedler; nachmias; & Lin. 1990; Schauble. 1990; Schafersman. 1992; Dunbar. 1999; Kuhn. 2005) แต่อย่างไรก็ตามจากขั้นตอนดังกล่าวพบว่า ยังขาดทักษะ ที่สำคัญและครอบคลุมกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั่นคือ การโต้แย้ง (Argumenting) ซึ่ง ถือได้ว่าเป็นหนึ่งในทักษะที่มีความสำคัญมากในการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังที่ แซมพ์สันและบลานชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1123; อ้างอิงจาก ประภา สมสุข. 2558: 25) ได้กล่าวถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) ไว้ว่า เป็นการให้ เหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎี กฎหรือแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดจากการสร้างองค์ ความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและการทำงานร่วมกับผู้อื่นมาแล้ว นอกจากนี้ ซีมอน (Simon. 2011 : 76-77) ยังได้ให้ความสำคัญกับทักษะการโต้แย้งในการกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนสร้างข้อ โต้แย้ง โดยการนำเสนอข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานเพื่อสนับสนุนและให้เหตุผลในการอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งทักษะการโต้แย้งนี้ปรากฏในลำดับขั้นตอนการ

จัดการเรียนรู้ของครูหนึ่งที่ได้นำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การสืบเสาะ/สืบค้น การวิเคราะห์ การลงข้อสรุป และการโต้แย้ง แล้วพบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังขาดทักษะที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ทักษะการระบุปัญหาที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการระบุปัญหา ระบุเป้าหมายของการศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ (ทิสนา แชมมณี. 2544; สสวท. 2546; พันธุ์ ทองชุมนุช. 2547; วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548; เจตณี บุญนา. 2552; วิติมา กำลังเลิศ. 2553; ธิดารัตน์ อินปาติ. 2554; Schauble. 2003; Schafersman. 1992) และนักการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับทักษะการระบุปัญหาคือ เบเยอร์ (Beyer.1987) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการระบุปัญหาในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนระบุปัญหาโดยการแยกแยะสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันออกจากสิ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน จากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องศึกษา ส่งเสริมให้การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ แนวคิดของครูหนึ่งยังมีกระบวนการของเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Meta-Level Processes in Scientific Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่ทำการศึกษา และสามารถเลือกใช้วิธีการในการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น เพื่อการพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนโดยได้นำกระบวนการคิดบนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ดังที่จะกล่าวต่อไป

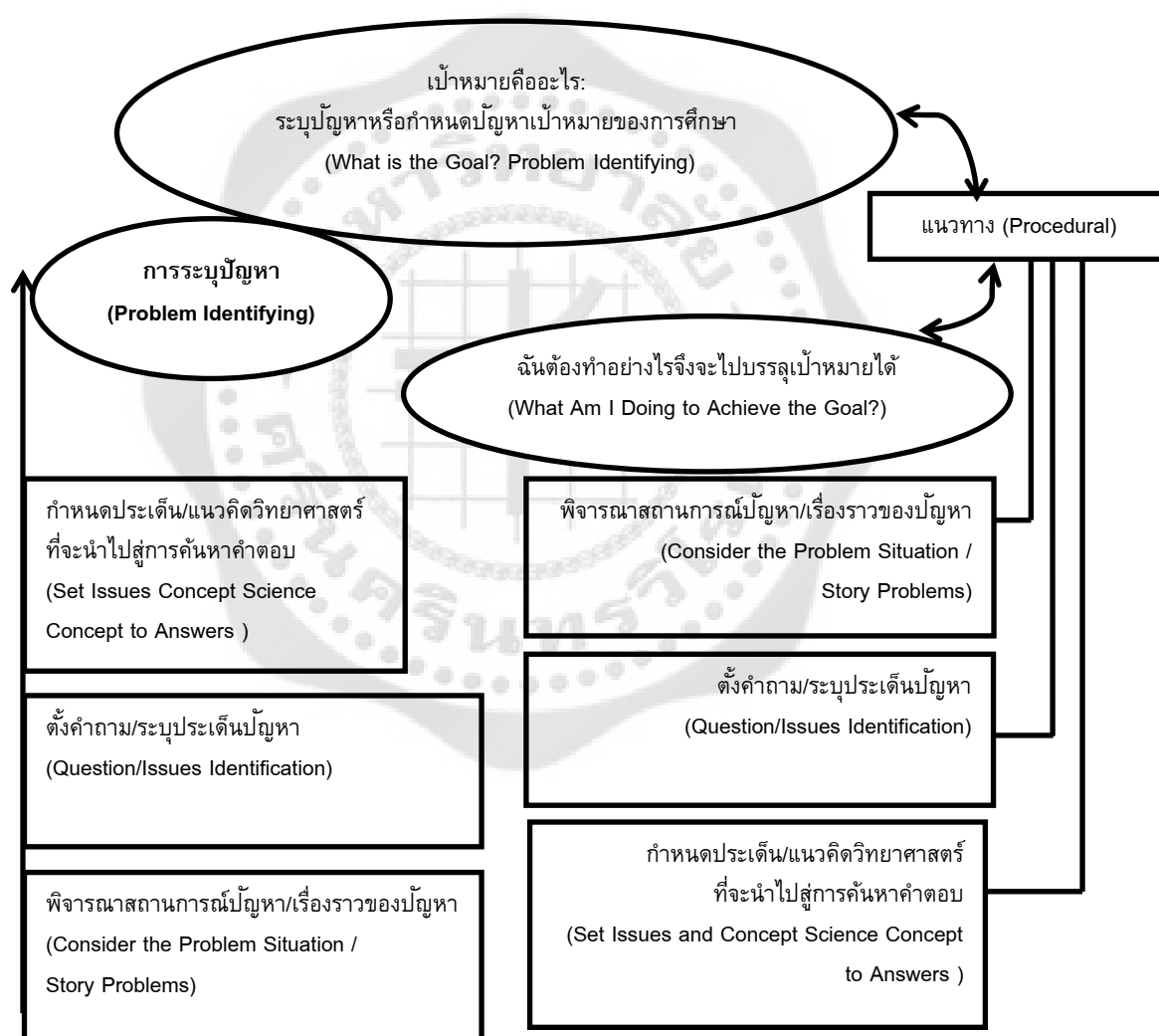
จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้แสดงความสัมพันธ์และความสอดคล้องของลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 2 เป็นดังนี้

ตาราง 2 ลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ทิศนา ขัมมณี (2544)	สสวท. (2546)	พันธ์ ทองชุมนุม (2547)	วัชรารักษ์ แก้วดี (2548)	เจตเรณีย์ บุญหนา (2552)	รุธิมา กำลังเลิศ (2553)	ธิดารัตน์ อินปาโต๊ะ (2554)	ศิวาดล กลยุทธ์กร (2554)	Schauble (2003)	Schafersman (1992)	Dunbar (1999)	Kuhn (2005)	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น
การระบุ ปัญหา		การตั้ง ประเด็นปัญหา	การระบุ ปัญหา	การสังเกต		การคิดเพื่อระบุ ปัญหา	การคิดเพื่อ ระบุปัญหา		การคิดเพื่อระบุ ปัญหา			การระบุปัญหา
											ขั้นสืบเสาะ/ สืบค้น	การสืบค้น/ ตั้งสมมติฐาน
การตั้ง สมมติฐาน	การตั้ง สมมติฐาน	การตั้ง สมมติฐาน	การตั้ง สมมติฐาน	การตั้ง สมมติฐาน	การสืบเสาะ/ การสืบค้น	การคิดเพื่อ ตั้งสมมติฐาน	การคิดเพื่อ ตั้งสมมติฐาน	การตั้ง สมมติฐาน	การคิดเพื่อ ตั้งสมมติฐาน	การ ตั้งสมมติฐาน		
ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	การรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล		ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้นรวบรวม ข้อมูล	ขั้น วิเคราะห์	การตรวจสอบ
การวิเคราะห์ ข้อมูล		การวิเคราะห์ ข้อมูล	การตี ความหมาย ข้อมูล		การวิเคราะห์	การคิดเพื่อ ตีความหมาย ข้อมูล	การคิดเพื่อ ตีความหมาย ข้อมูล		การคิดเพื่อ ตีความหมาย ข้อมูล	การ ตีความหมาย	ขั้นลง ข้อสรุป	การลงข้อสรุป
สรุปผล	การลง ข้อสรุป	การลงข้อสรุป	การสรุปผล	ขั้นลงข้อสรุป	การลง ข้อสรุป	การลงข้อสรุป	การลงข้อสรุป		การลงข้อสรุป			
					การกล่าว อ้าง					การใช้หลักฐาน	ขั้นโต้แย้ง	การโต้แย้ง
		การประเมินผล										

จากตาราง 2 ผู้วิจัยเลือกแนวคิดของคุห์นในการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ 5 ขั้นตอนดังนี้

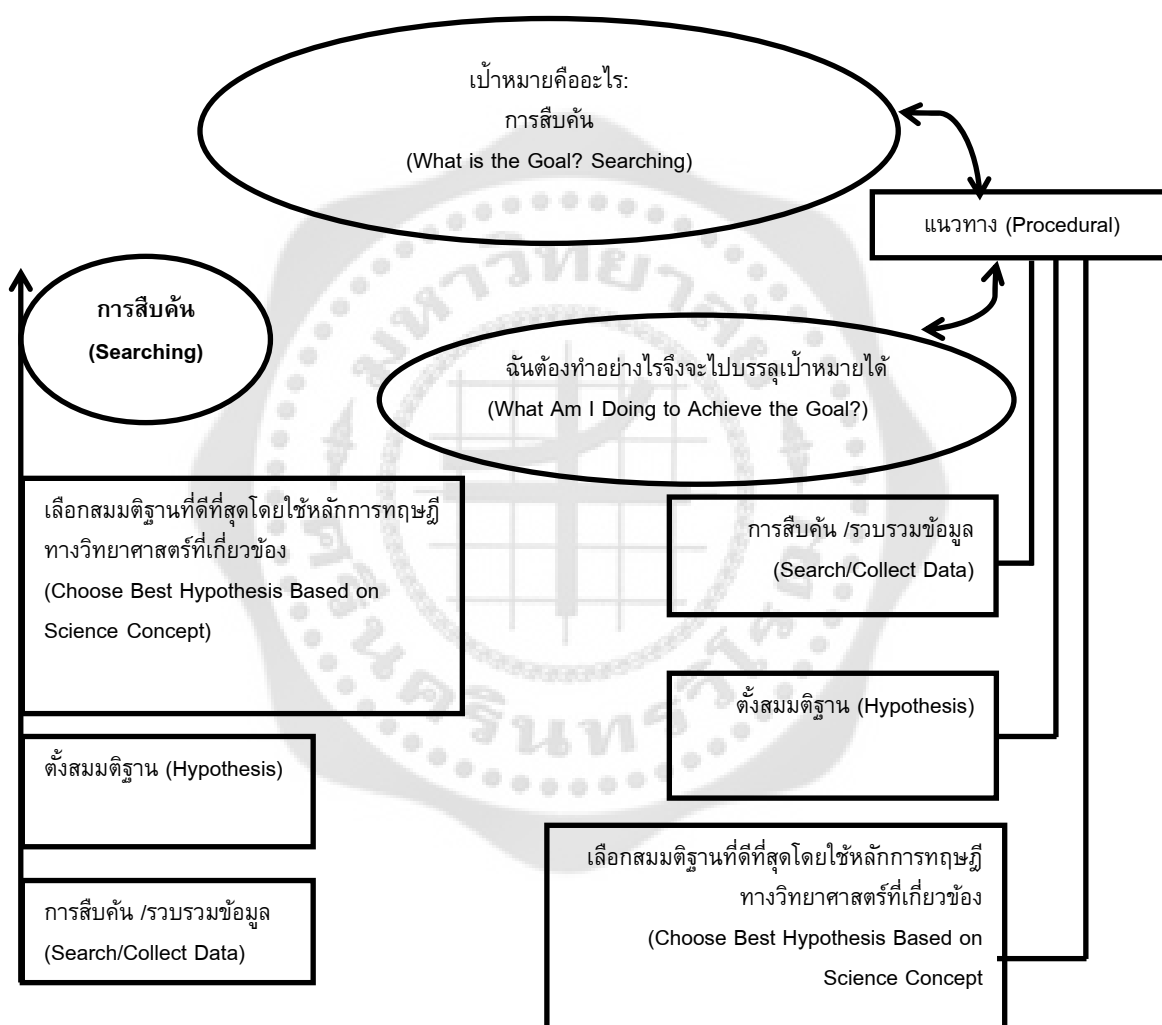
1) การระบุปัญหา (Problem Identifying) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือตั้งประเด็นปัญหาขึ้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดอย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้วทำการกระตุ้นให้นักเรียนระบุดำถามหรือปัญหา ระบุเป้าหมายของการศึกษาและกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 การระบุปัญหา (Problem Identifying)

2. การสืบค้น (Searching) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ปฏิบัติทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับ

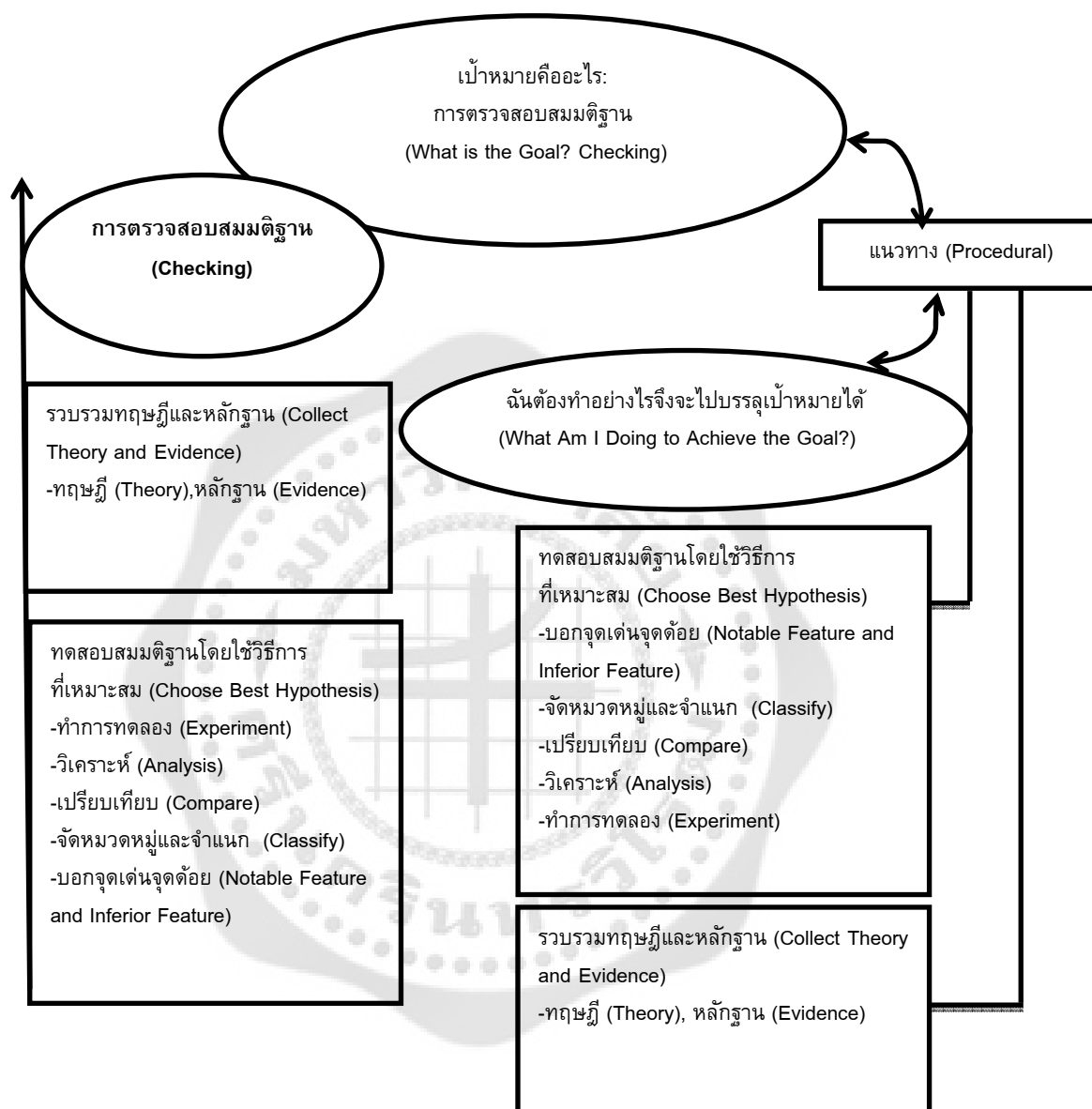
แนวทางคำตอบของปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น ใบความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต เอกสารอ้างอิง สื่อการเรียนรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น และรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใด ในสืบค้นจึงจะเหมาะสมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการ เหล่านั้น ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่องราว สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้น และได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่เพียงพอจะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้มา ตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐาน ในการเลือกรวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้ ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 การสืบค้น (Searching)

3. การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนช่วยแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ในการตรวจสอบข้อมูลและรู้ถึงการเลือกใช้วิธีการในการตรวจสอบอย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น เพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ในการทดสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการที่

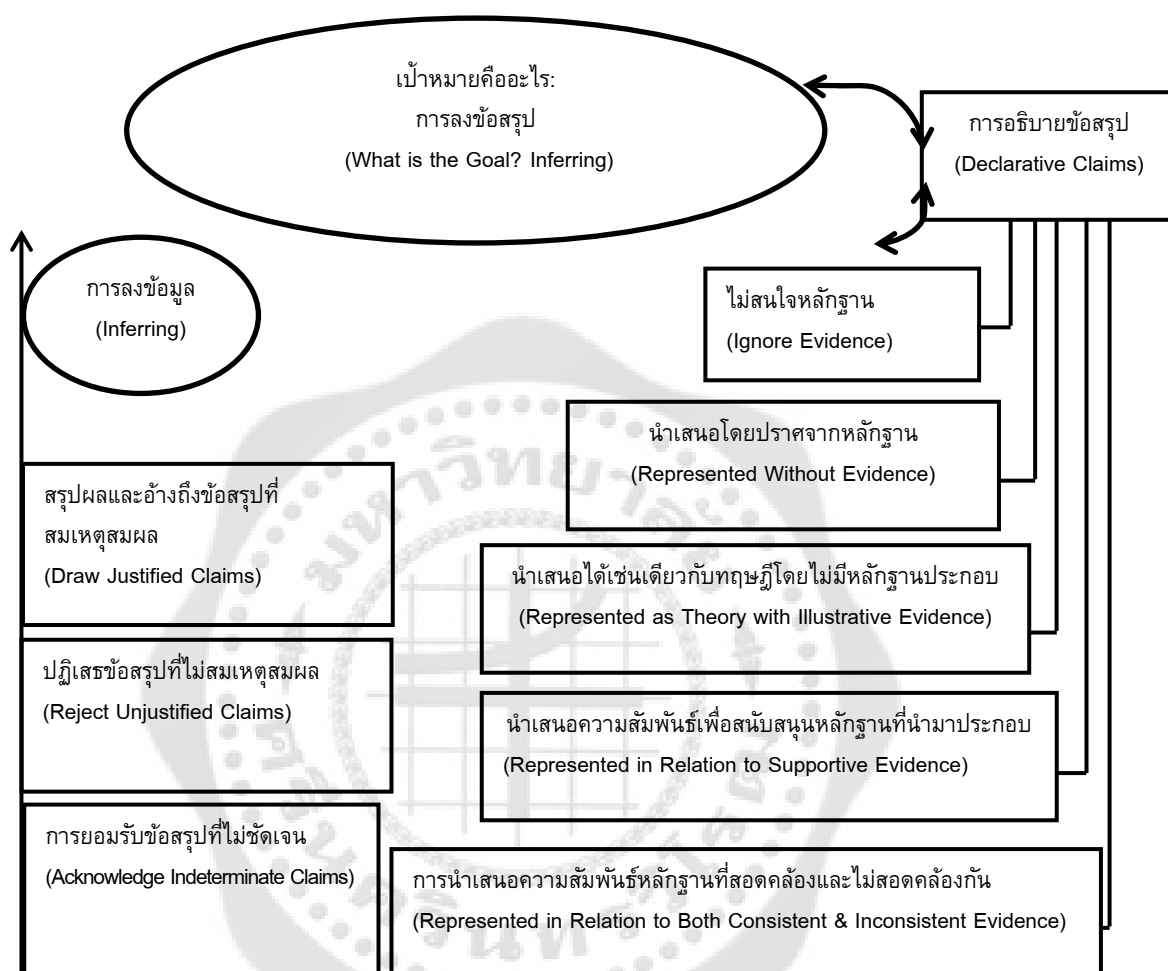
เหมาะสม เช่น วิเคราะห์สังเคราะห์ บอจุดเด่นจุดด้อย จัดหมวดหมู่และทำการทดลอง เป็นต้น การตรวจสอบสมมติฐาน แสดงดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking)

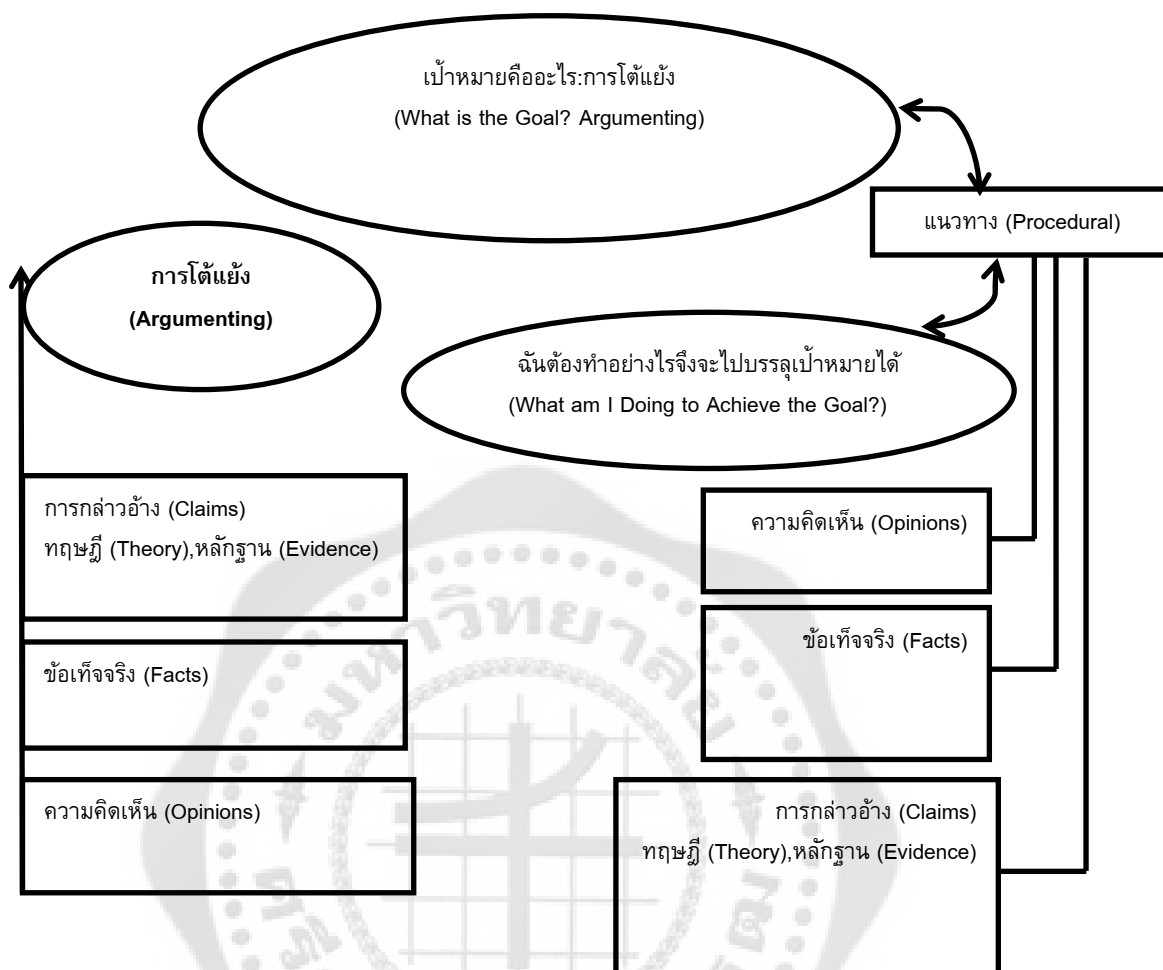
4. การลงข้อสรุป (Inferring) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนแนะนำหรือตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งมากขึ้น ได้แก่ ตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมมากขึ้น ชักถามให้นักเรียนมีความชัดเจน กระจางในความรู้และให้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ประเด็นปัญหาเรื่องอื่น ๆ รวมถึงให้นักเรียน ตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่นและนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุปโดยการ

เชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและมีการอ้างอิงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือมาประกอบเพื่อสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอาจเป็นหลักการหรือหลักฐานที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล ดังภาพประกอบ 21



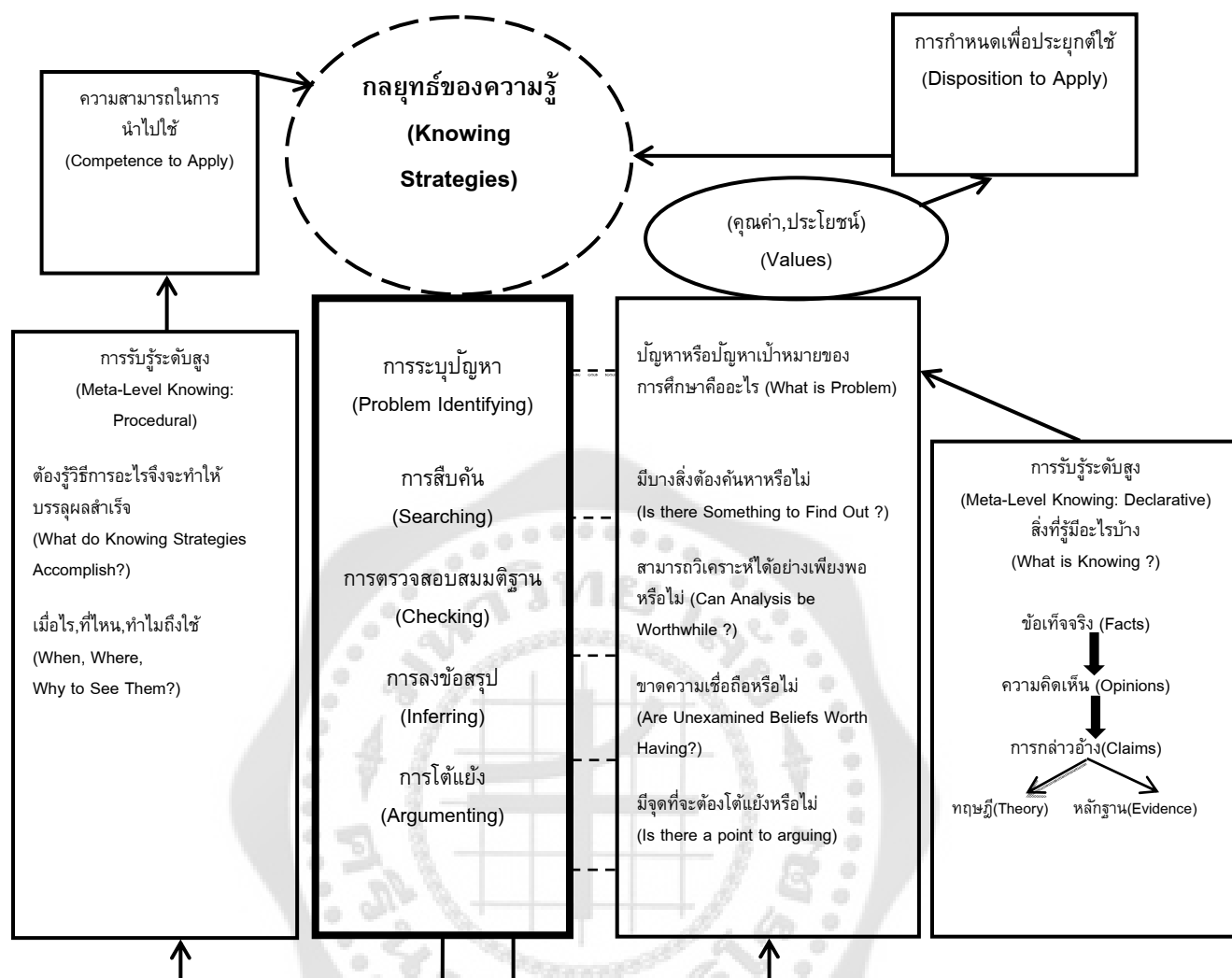
ภาพประกอบ 21 การลงข้อสรุป (Inferring)

5. การโต้แย้ง (Argumenting) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนตั้งประเด็นคำถามจัดกิจกรรม หรือสร้างสถานการณ์ขึ้น แต่ไม่บังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจหรือเรื่องที่จะศึกษาโดยผู้สอนอาจจะทำการทดลอง ทำการสาธิต ทำการนำเสนอข้อมูล อภิปราย ใช้เกม ใช้สื่อ เพื่อให้เกิดการโต้แย้งขึ้น แล้วนำไปสู่การนำเสนอข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อโต้แย้งหรือกล่าวอ้าง โดยให้นักเรียนสื่อสารข้อสรุปที่มีการนำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่นเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับ หรือแสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 การโต้แย้ง (Argumenting)

จากขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 ขั้นสามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

จากภาพประกอบที่ 23 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นพอสรุป กระบวนการคิดบนฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (The Meta-Level Processes in Scientific Thinking) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษาและรู้ถึงการเลือกใช้วิธีการในการศึกษาอย่างเหมาะสม และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ที่ได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้นผ่านกระบวนการคิดที่ประกอบด้วย การระบุปัญหา การสืบค้น การตรวจสอบ การลงข้อสรุป และการโต้แย้ง และเป็นการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการพิสูจน์คำตอบที่ถูกต้อง

และเชื่อถือได้และมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ และยังเป็นรูปแบบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนรู้จักสืบค้นสาเหตุของปัญหาเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันแล้วทำค้นคว้าข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุป เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการโต้แย้ง ให้เหตุผล การกล่าวอ้าง และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจยอมรับกับแนวคิดของตนเอง

2. การวิเคราะห์การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร แตกต่างกันหรือไม่ โดยได้ศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

โดยมีสมมติฐานคือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดเป็นแบบคู่ขนาน 3 สถานการณ์ มีคำถามย่อยวัดคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 คุณลักษณะด้านละ 3 ข้อ รวมเป็นคำถามทั้งหมดจำนวน 18 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตาราง 3

ตาราง 3 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้
บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	P
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
กลุ่มทดลอง	54	16.67	6.99	31.38	5.72	-15.21	.000

$P < .05$

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

คุณลักษณะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	t	P
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. ความสามารถในการระบุปัญหา	9	4.58	2.43	6.24	0.74	11.32	-4.45	.000
2. ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์	9	2.38	2.28	3.80	2.39	9.69	-3.43	.000
3. ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ	9	3.56	2.20	5.36	2.00	12.28	-5.44	.000
4. ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน	9	2.49	1.74	4.16	1.31	11.39	-5.07	.000
5. ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล	9	2.62	2.07	5.93	1.83	22.58	-9.36	.000
6. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	9	1.11	1.17	5.91	1.59	32.74	-17.15	.000

P<.05

จากตาราง 4 พบว่าเมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามคุณลักษณะโดยรวมของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้านของคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

เมื่อพิจารณาแนวทางคำตอบของนักเรียนที่เขียนตอบในแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีแนวทางคำตอบของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะเป็นดังนี้

1. คุณลักษณะความสามารถในการระบุปัญหา

คุณลักษณะความสามารถในการระบุปัญหาของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.58 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 6.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.32 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

โดยก่อนเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคุณลักษณะความสามารถในการระบุปัญหาอยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.66 โดยนักเรียนไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นคำถามที่กำลังศึกษาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันหนึ่งที่อากาศร้อน หลังจากพักรับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว ใบตองและเพื่อน ๆ ขอบไปนั่งพักที่ศาลาพักผ่อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกัน แต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคา สิ่งที่ใบตองสังเกตเห็นคือ ศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่น ๆ มานั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้อง ถ้าจะทำการศึกษในเรื่องนี้ควรตั้งปัญหาอย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งปัญหานั้น นักเรียนเขียนตอบว่า

“เพื่อน ๆ ส่วนใหญ่ชอบไปนั่งศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา”

“วัสดุที่มุงหลังคามีลักษณะที่ต่างกัน”

ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า มะนาวได้อ่านข่าวของการทำเรือแห่งประเทศไทย (กทท.) โดย กทท. แจ้งว่ามีเรือห้องสมุดลอยน้ำ “LOGOS HOPE” มาให้บริการชั่วคราว โดยมีลูกเรือจำนวน 400 คน จาก 45 ประเทศทั่วโลกคอยอำนวยความสะดวก และมีร้านค้าให้บริการอาหาร เครื่องดื่มและขนม (International Cafe) มะนาวจึงสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำและบรรทุกน้ำหนักได้มาก ถ้าจะทำการศึกษในเรื่องนี้ควรตั้งปัญหาอย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งปัญหานั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“น้ำหนักของเหล็กของเรือ”

“น้ำหนักของสิ่งของที่เรือบรรทุก”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาของเรื่องที่ศึกษาและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

ส่วนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคุณลักษณะความสามารถในการระบุปัญหาอยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.70 โดยนักเรียนเขียนแนวทางคำตอบที่เป็นการระบุปัญหาหรือตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานั้นได้บางส่วน จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ว่าในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนมากและไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลย มีสีขาวบ้างประปรายทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวันและ

การสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก ถ้าจะทำการศึกษในเรื่องนี้ ควรตั้งปัญหานี้อย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งปัญหานี้ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทำไมบุคคลส่วนใหญ่ที่อยู่บริเวณทะเลทรายถึงสวมเสื้อสีดำ เพราะทะเลทรายมีอากาศร้อน ถ้าใส่เสื้อสีดำแล้วสามารถถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่าสีอื่น ๆ ”

“ทำไมบุคคลส่วนใหญ่ที่อยู่บริเวณทะเลทรายถึงสวมเสื้อสีดำ อาจเป็นเพราะว่าเสื้อสีดำสามารถระบายความร้อน (ถ่ายโอนความร้อน) ได้ดีกว่าสีอื่น ๆ ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาของเรื่องที่ศึกษาและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยสามารถบอกหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อนได้ แต่ไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นการถ่ายโอนความร้อนประเภทใด

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนมีคะแนนอยู่ในระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.84 โดยเขียนคำตอบที่เป็นการระบุปัญหาหรือตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานี้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้ จากมีสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนเขียนคำตอบที่แสดงถึงคุณลักษณะความสามารถในการระบุปัญหาได้ว่า

“ทำไมบุคคลส่วนใหญ่ที่อยู่บริเวณทะเลทรายถึงสวมเสื้อสีดำอาจเป็นเพราะ เสื้อสีดำสามารถถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่าสีอื่น โดยเป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาของเรื่องที่ศึกษาและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยสามารถบอกหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อนได้ และสามารถจำแนกได้ว่าเป็นการถ่ายโอนความร้อนประเภทการพาความร้อน

ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันเด็กปีนี้ ส้มโอ แดงโม และลำไย ได้มีโอกาสเข้าไปเที่ยวบนเรือหลวงจักรีนฤเบศร ซึ่งเป็นเรือที่ใหญ่มาก มีโครงสร้างที่เป็นเหล็กประกอบ แต่ก็ยังสามารถลอยน้ำได้ จากการสอบถามผู้ดูแลทำให้ทราบว่าเรือหลวงจักรีนฤเบศรสามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์และเครื่องบินรบ จำนวน 15 ลำ ส้มโอ แดงโม และลำไยจึงสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ทำไมยังสามารถลอยน้ำได้ ถ้าจะทำการศึกษในเรื่องนี้ ควรตั้งปัญหานี้อย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งปัญหานี้โดยนักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทำไมเรือเหล็กที่มีน้ำหนักมากถึงสามารถลอยน้ำได้ อาจเป็นเพราะ เรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำมีแรงดันเรือให้ลอยขึ้นมา”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาของเรื่องที่ศึกษาและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยสามารถบอกหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจมการลอยของวัตถุได้ และบอกความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของน้ำ แรงดันน้ำที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องการจมการลอยได้

2. คุณลักษณะความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเมตตาเลเวลมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.38 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 9.69 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยก่อนเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคุณลักษณะความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.58 โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนคำตอบ และนักเรียนบางส่วนมีเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ เช่น จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ใ้กำหนดสถานการณ์ว่าวันหนึ่งที่อากาศร้อน หลังจากพักรับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว ไปตองและเพื่อน ๆ ชอบไปนั่งพักที่ศาลาพักร้อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกัน แต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคา สิ่งที่ใบเตยสังเกตเห็นคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่น ๆ มานั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้อง ถ้าจะกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเรื่องใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งประเด็นหรือแนวคิดนั้น ๆ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ศึกษาเรื่องช่องว่างระหว่างหญ้าคา”

“ศึกษาเรื่องคุณสมบัติของหญ้าคา”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า ต้นอ้อ ต้นข้าวและต้นน้ำ ช่วยกันเลือกกระดาดที่จะนำมาพับเครื่องบินโดยต้องทำให้เครื่องบินสามารถร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด ทั้ง 3 คนจึงทำเครื่องบินที่พับด้วยกระดาด 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ กระดาด A4 กระดาดหนังสือพิมพ์ และกระดาดลอกลาย เพื่อนำมาทดลองความสามารถในการร่อนกลางอากาศ ถ้าจะทำการศึกษา ในเรื่องนี้จะกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการศึกษาเรื่องใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มา ซึ่งประเด็นหรือแนวคิดเหล่านั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ความหนาแน่นของกระดาด A4 กระดาดหนังสือพิมพ์ และกระดาดลอกลาย”

“ศึกษาเรื่องของน้ำหนักของกระดาดทั้ง 3 ชนิด”

จะเห็นได้ว่าเป็นแนวทางคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษา

ส่วนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 42.21 โดยนักเรียนเขียนคำตอบที่เป็นการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบและให้เหตุผลถึงการได้มาของ

ประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้บางส่วน จากมีสถานการณ์ปัญหาที่ 1 คือ ในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนมากและไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลยมีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวัน และการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก ถ้าจะกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเรื่องใดบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผลของการได้มาซึ่งประเด็นหรือแนวคิดเหล่านั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากวัตถุที่มีสีดำจะนำความร้อนได้ดีกว่าวัตถุสีอื่น ๆ ”

“การถ่ายโอนความร้อน เนื่องจากเสื้อสีดำจะสามารถดูดความร้อนได้ดีกว่าเสื้อสีอื่น ๆ ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยสามารถกำหนดแนวคิดที่จะสามารถนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันเด็กปีนี้ ส้มโอ แดงโม และลำไย ได้มีโอกาสเข้าไปเที่ยวบนเรือหลวงจักรีนฤเบศร ซึ่งเป็นเรือที่ใหญ่มาก มีโครงสร้างที่เป็นเหล็กประกอบ แต่ก็ยังสามารถลอยน้ำได้ จากการสอบถามผู้ดูแลทำให้ทราบว่าเรือหลวงจักรีนฤเบศรสามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์และเครื่องบินรบ จำนวน 15 ลำ ส้มโอ แดงโม และลำไยจึงสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำได้ด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำได้ ถ้าจะกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเรื่องใดบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผลของการได้มาซึ่งประเด็นหรือแนวคิดเหล่านั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ความหนาแน่นของน้ำ มวล ปริมาตร น้ำหนักของเรือ เพราะเกี่ยวข้องกับหลักการจมการลอยของวัตถุ”

“หลักการจมการลอยของวัตถุต่าง ๆ เพราะน่าจะเกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของน้ำที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เรือลอยน้ำได้”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยสามารถกำหนดแนวคิดที่จะสามารถนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและอธิบายได้ว่าทำไมถึงน่าจะเป็นแนวคิดนี้ สอดคล้องกับหลักการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องหลักการจมการลอยของวัตถุ

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนมีคะแนนอยู่ในระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.84 คือสามารถเขียนคำตอบที่เป็นการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบและให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การถ่ายโอนความร้อน แบบการพาความร้อน เนื่องจากเสื้อสีดำมีอุณหภูมิสูง อากาศที่อยู่ในเสื้อคลุมสีดำจะไหลออกมาจากเสื้อคลุมตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขณะที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ดังนั้นคนที่ใส่เสื้อสีดำจึงรู้สึกสบายตัวกว่า เป็นลักษณะของการถ่ายโอนความร้อนแบบ การพาความร้อน”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิด วิทยาศาสตร์ โดยสามารถบอกหลักการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องหลักการถ่ายโอนความร้อน และสามารถบอกได้ว่าเป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อนได้อย่างละเอียด

จากสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ประเด็นที่ต้องศึกษาคือความหนาแน่นของวัตถุ ตามหลักการจมและการลอย คือการที่วัตถุสามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากวัตถุนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำก็มีแรงดันวัตถุให้ลอยขึ้นมา”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิด วิทยาศาสตร์และให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถอธิบายหลักการทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจมการลอยหลักการจมและการลอย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเรื่อง ความหนาแน่นและแรงดันของวัตถุได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการจมการลอย

3. คุณลักษณะความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ

คุณลักษณะความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของนักเรียน ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นฐานเมตาดัลเลเวล มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.56 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 5.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12.28 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.81 โดยไม่เขียนคำตอบ หรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นแนวทาง คำตอบของปัญหา เช่น จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาว่า วันหนึ่งที่ อากาศร้อนหลังจากพักรับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว ไปตองและเพื่อน ๆ ชอบไปนั่งพักที่ ศาลาพักร้อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกันแต่ วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคา สิ่ง ที่ไบเตยสังเกตเห็นคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่น ๆ มานั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสี หรือกระเบื้อง จะตั้งสมมติฐานในปัญหานี้อย่างไร เพราะเหตุใด นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“หญ้าคาสามารถปรับอากาศร้อนให้เย็นได้จึงทำให้ความร้อนมาไม่ถึงเรา”

“อาจเป็นเพราะนักเรียนชอบความสบายที่เย็นเจียน”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาว่า มะนาวได้อ่านข่าวของการ ทำเรือแห่งประเทศไทย (กทท.) โดย กทท. แจ้งว่ามีเรือห้องสมุดลอยน้ำ “LOGOS HOPE” มา ให้บริการชั่วคราว โดยมีลูกเรือจำนวน 400 คน จาก 45 ประเทศทั่วโลกคอยอำนวยความสะดวก และ

มีร้านค้าให้บริการอาหาร เครื่องดื่มและขนม (International Cafe) มะนาวจึงสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำได้ด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำและบรรทุกน้ำหนักได้มาก จะตั้งสมมติฐานในปัญหานี้อย่างไร เพราะเหตุใด นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“เรือสามารถลอยน้ำได้เพราะมีความดันอากาศ”

“เรือลอยน้ำได้เพราะเรือเบากว่าน้ำ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่เป็นแนวทางคำตอบของปัญหา ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับเรื่องที่กำลังศึกษา

ส่วนหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนนกล่าวคือ เขียนคำตอบที่เป็นการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นแนวทางคำตอบของปัญหามากที่สุดและให้เหตุผล ถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้บางส่วน คิดเป็นร้อยละ 54.07 โดยจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 คือ ได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาว่า ในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนมาก และไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลย มีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวันและการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก นักเรียนจะตั้งสมมติฐานในปัญหานี้อย่างไร เพราะเหตุใด ผู้เขียนคำตอบว่า

“เสื้อสีดำสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าเสื้อ สีฉูดฉาด เพราะวัตถุที่เป็นสีดำจะนำความร้อนได้ดีและระบายความร้อนออกมา โดยอากาศภายนอกก็จะเข้าไปแทนที่จึงทำให้เย็นเป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน”

“เสื้อสีดำสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าสีอื่น ๆ โดยอากาศภายนอกก็จะเข้าไปแทนที่จึงทำให้เย็น การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าไปแทนที่ เป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาว่า บ่ายวันหนึ่งไบซาสังเกตเห็นว่าที่บ้านของเขามักจะมีมดมาตอมอาหารอยู่เป็นประจำ ดังนั้นเขาจึงคิดที่จะหาสารจากธรรมชาติมากำจัดมดเหล่านั้น แทนการใช้ยาฆ่าแมลงเขาจึงนำพืชสมุนไพรที่ปลูกอยู่ในบ้าน 3 ชนิด ได้แก่ ไบน้อยหน่า ไบตะไคร้และใบสาเกมาทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการกำจัดมด นักเรียนจะตั้งสมมติฐานในปัญหานี้อย่างไร เพราะเหตุใด นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ไบน้อยหน่าสามารถไล่ยุงได้ดีกว่าไบตะไคร้ และใบสาเก เนื่องจากไบน้อยหน่ามีกลิ่นฉุน ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางเคมีอย่างหนึ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ไล่ยุงได้ ส่วนไบตะไคร้และใบสาเกมีกลิ่นหอม อาจจะไล่ยุงได้แต่ไม่ดีเท่าไบน้อยหน่า”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยสามารถบอกได้ว่า ถ้าจะศึกษาเรื่องนี้จะตั้งสมมติฐานอย่างไร จึงสามารถตรวจสอบได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 19.99 โดยเขียนคำตอบที่เป็นการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นแนวทางคำตอบของปัญหามากที่สุด และให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้ เช่น จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“เสื้อสีดำสามารถถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่าเสื้อสีอื่น เนื่องจากเสื้อสีดำมีอุณหภูมิสูงอากาศที่อยู่ในเสื้อคลุมสีดำจะไหลออกมาตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขณะที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ดังนั้นคนที่ใส่เสื้อสีดำจึงรู้สึกสบายตัวกว่า ซึ่งเป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนตอบว่า

“เรือสามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากเรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำมีแรงดันเรือขึ้นมาไม่ให้จม ตามหลักการจมการลอย”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยสามารถบอกได้ว่า ถ้าจะศึกษาเรื่องนี้จะต้องสมมติฐานอย่างไร จึงสามารถตรวจสอบได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา และมีตัวแปรของความสัมพันธ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา

4. คุณลักษณะความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน

คุณลักษณะความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.49 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.16 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 11.39 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.36 คือไม่เขียนคำตอบหรือเขียนคำตอบที่ไม่สามารถบอกได้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสมมากที่สุด โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ว่าวันหนึ่งที่อากาศร้อน หลังจากพักรับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว ไปตองและเพื่อน ๆ ขอบไปนั่งพักที่ศาลาพักร้อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกันแต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกันคือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคาไปเตยสังเกตเห็นคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่น ๆ มานั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้อง นักเรียนคิดว่าน่าจะเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการตรวจสอบสมมติฐานได้ดีที่สุดและให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของวัตถุทั้ง 3 ชนิด”

“นำวัสดุทั้ง 3 ไปตากแดด แล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของวัตถุทั้ง 3 ชนิด”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า ปายวันหนึ่งซูโจสังเกตเห็นที่บ้านของเขามักจะมีมดมาตอมอาหารอยู่เป็นประจำ ดังนั้นเขาจึงคิดที่จะหาสารจากธรรมชาติมากำจัดมดเหล่านั้น แทนการใช้ยาฆ่าแมลง เขาจึงนำพืชสมุนไพรที่ปลูกอยู่ในบ้าน 3 ชนิด ได้แก่ ใบน้อยหน่า

ไบตะไคร้และใบสาเกมา ทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการกำจัดมด คำถามว่า นักเรียนคิดว่าจะเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อจะตอบปัญหาได้ดีที่สุดพร้อมให้เหตุผลถึงเลือกใช้วิธีการนั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“นำยาฆ่าแมลงมาไล่มดง่ายกว่าใช้ใบน้อยหน่า”

“นำพืชชนิดอื่น ๆ ไปกำจัดมดแทนพืชทั้ง 3 ชนิด”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่สามารถบอกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

ส่วนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.47 กล่าวคือ นักเรียนบอกได้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการตรวจสอบสมมติฐานที่เหมาะสมมากที่สุด และสามารถให้เหตุผลถึงการเลือกใช้นั้น ๆ บางส่วน โดยจากสถานการณ์ที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า ในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนใหญ่และไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลย มีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวัน และการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก นักเรียนคิดว่าจะเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อจะตอบปัญหาข้อสงสัยได้ดีที่สุดพร้อมให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการนั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทดสอบเรื่องการนำความร้อนและการพาความร้อนของเสื้อสีดำและเสื้อสีอื่น ๆ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทำการทดลองสารต่างทับทิม และทำการทดลองเรื่องการพาความร้อน เพื่อดูการเคลื่อนที่จากพลังงานที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ”

จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานได้ แต่ไม่สามารถอธิบายแนวทางในการตรวจสอบสมมติฐานได้

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันเด็กปีนี้ ส้มโอ แดงโม และลำไย ได้มีโอกาสเข้าไปเที่ยวบนเรือหลวงจักรีนฤเบศร ซึ่งเป็นเรือที่ใหญ่มากมีโครงสร้างที่เป็นเหล็กประกอบ แต่ก็ยังสามารถลอยน้ำได้ จากการสอบถามผู้ดูแลทำให้ทราบว่าเรือหลวงจักรีนฤเบศร สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ และเครื่องบินรบ จำนวน 15 ลำ ส้มโอ แดงโม ลำไยเกิดความสงสัยและแปลกใจมากที่เรือที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำได้ นักเรียนคิดว่าจะเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อจะตอบปัญหาได้ดีที่สุดพร้อมให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการนั้น นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการป็นดินน้ำมันเป็นก้อนกลม ๆ และป็นเป็นแผ่นบาง ๆ มีขอบสูงเล็กน้อยคล้ายรูปเรือ แล้วสังเกตการจมการลอยของวัตถุทั้งสอง ว่าเกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของน้ำ และแรงดันของน้ำหรือไม่”

จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานได้ แต่ไม่สามารถอธิบายวิธีในการตรวจสอบสมมติฐานได้

นอกจากนี้ยังมีพบว่านักเรียนบางส่วนมีคะแนนอยู่ในระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 13.32 คือเขียนคำตอบที่เป็นการบอกได้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในการตรวจสอบสมมติฐาน

ที่เหมาะสมมากที่สุดและสามารถให้เหตุผลถึงการใช้วิธีการนั้น ๆ ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้

จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 คือ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทดสอบเรื่องคุณสมบัติของการถ่ายโอนความร้อน แบบการพาความร้อน เนื่องจากเสื้อสีดำมีอุณหภูมิสูง อากาศที่อยู่ในเสื้อคลุมสีดำจะไหลออกมาตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขนาดที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ดังนั้นจึงรู้สึกสบายตัวกว่า เป็นลักษณะของการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน สามารถทดสอบโดยใช้สารต่างทึบที่มลงไปตามเพื่อศึกษาคุณสมบัติของการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน จากการทดลองพบว่าเมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำในบริเวณก้นบีกเกอร์จะได้รับความร้อนก่อนน้ำที่อยู่ด้านบนบีกเกอร์และอุณหภูมิของน้ำที่ร้อนนี้จะเคลื่อนตัวขึ้นมาด้านบน สังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของสีต่างทึบที่ก้นบีกเกอร์ลอยตัวสูงขึ้น และพาความร้อนขึ้นมามีด้วย เมื่ออุณหภูมิของของเหลวและแก๊สได้รับความร้อน อุณหภูมิของสารมีพลังงานสูงขึ้นเกิดการเคลื่อนที่เร็วขึ้นและห่างจากกันมากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของของเหลวและแก๊สลดลง อุณหภูมิที่ได้รับความร้อนนี้จะลอยตัวขึ้นและพาความร้อนไปด้วยอุณหภูมิที่อยู่ข้างเคียงจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนโดยอุณหภูมิของสารเคลื่อนที่ไปในลักษณะนี้เรียกว่า การพาความร้อน”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“ทำการทดลองว่าเพื่อศึกษาว่าหากวัตถุที่มีขนาดใหญ่และมีขอบโค้งขึ้นมากล้ายเรือวัตถุนั้นจะลอยตัวได้ดี โดย (1) การปั้นดินน้ำมันให้เป็นก้อนกลม ๆ แล้วนำไปลอยน้ำสังเกตการจมการลอยของก้อนดินน้ำมัน (2) ปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปร่างและมีขอบสูงขึ้นคล้ายเรือ แล้วนำไปลอยน้ำสังเกตการจมการลอยของดินน้ำมัน จากการสังเกตเรือที่มีขนาดใหญ่แม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ก็มีส่วนที่น้ำได้มาก ทำให้เรือลอยตัวบนผิวน้ำได้ดี”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถบอกถึงวิธีในการตรวจสอบสมมติฐานและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยอธิบายถึงวิธีการตรวจสอบได้อย่างละเอียดมีลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

5. คุณลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล

คุณลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูลของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิพจน์มาตรฐานเมตาด้าเลเวล มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.62 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 5.93 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 22.58 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 48.88 คือไม่เขียนคำตอบ หรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวกับการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ดีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอย่างได้สมเหตุสมผลได้ โดยจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันหนึ่งที่อากาศร้อน หลังจากพักรับประทานอาหาร

กลางวันเสร็จแล้ว ไปตองและเพื่อนๆ ขอบไปนั่งพักที่ศาลาพักร้อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกันแต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคาไปเตยสังเกตเห็นคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่นๆ มานั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสี หรือกระเบื้อง คำถามว่าจากผลการตรวจสอบ ถ้าข้อสรุปที่ได้คือ เวลาที่นั่งศาลาที่มุงด้วยหญ้าคามีความรู้สึกว่าเป็นกว่านั่งที่ศาลาที่มุงด้วยสังกะสีและกระเบื้อง ไปตองสามารถลงข้อสรุปได้อย่างไร นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“หญ้าคาสามารถลดความร้อนได้ดีกว่าสังกะสีและกระเบื้อง และศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาไม่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์”

“ศาลาที่มุงด้วยหญ้าน่าจะตั้งอยู่บริเวณที่มีต้นไม้เยอะ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนคำตอบที่เกี่ยวกับการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนได้

ส่วนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60.73 คือนักเรียนเขียนคำตอบที่เป็นการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนอย่างได้สมเหตุสมผลได้บางส่วน ได้กำหนดสถานการณ์ว่า ในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนมาก และไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสดฉูดฉาดเลย มีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทราย มีอากาศร้อน ในตอนกลางวันและการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก จากผลการตรวจสอบ ถ้าข้อสรุปที่ได้คือการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าเสื้อสีอื่น ๆ สามารถลงข้อสรุปนี้ได้ได้อย่างไร นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การถ่ายโอนความร้อน แบบการพาความร้อน เนื่องจากเสื้อสีดำมีอุณหภูมิสูง อากาศที่อยู่ในเสื้อคลุมสีดำจะไหลออกมาตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขนาดที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่จากรู้สึกสบายตัวกว่า เป็นลักษณะของการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน เป็นการเคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลางที่เคลื่อนที่ไป และเคลื่อนที่จากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนคำตอบที่เกี่ยวกับการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนได้ โดยอธิบายหลักการเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนได้ แต่ไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้กำหนดสถานการณ์ว่า วันเด็กปีนี้ ส้มโอ แดงโม และลำไย ได้มีโอกาสเข้าไปเที่ยวบนเรือหลวงจักรีนฤเบศร ซึ่งเป็นเรือที่ใหญ่มาก มีโครงสร้างที่เป็นหลักประกอบ แต่ก็ยังสามารถลอยน้ำได้ จากการสอบถามผู้ดูแลทำให้ทราบว่าเรือหลวงจักรีนฤเบศร สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ และเครื่องบินรบจำนวน 15 ลำ ส้มโอ แดงโม ลำไยเกิดความสงสัยและแปลกใจมากที่เรือที่ทำได้ด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำได้ คำถามว่าจากผลการ

ตรวจสอบ ถ้าข้อสรุปที่ได้คือ เนื่องจากเรื่อนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำและน้ำก็มีแรงดันเรือให้ลอยขึ้นมา จะลงข้อสรุปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การที่เรือมีน้ำหนักมาก ๆ สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากเรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำก็มีแรงดันวัตถุให้ลอย”

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนคำตอบที่เกี่ยวกับการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนได้เกี่ยวกับการจมการลอย แต่ไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบและให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้นักเรียนบางส่วนมีคะแนนอยู่ในคะแนน 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 20.73 เขียนคำตอบที่เป็นการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้ นักเรียนเขียนคำตอบ สถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การถ่ายโอนความร้อน แบบการพาความร้อน เนื่องจากเสื่อสีดำมีอุณหภูมิสูง อากาศที่อยู่ในเสื่อคลุมสีดำจะไหลออกมาจากเสื่อคลุมตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขณะที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ดังนั้นคนที่ใส่เสื่อสีดำจะรู้สึกสบายตัวกว่า เป็นลักษณะของการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน โดยการพาความร้อน เกิดจากอุณหภูมิของอากาศในบริเวณ 2 แห่ง แตกต่างกันจึงทำให้อากาศเย็นเคลื่อนเข้าไปแทนที่อากาศร้อน การถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อนได้แก่ การเกิดลมบกลมทะเลโดยลมบกและลมทะเลเกิดจากการพาความร้อนของอากาศ ซึ่งในเวลากลางวันพื้นดินดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำอากาศเหนือพื้นดินมีความหนาแน่นน้อยจึงลอยตัวขึ้น อากาศเหนือพื้นน้ำที่เย็นกว่าจะพัดเข้ามาแทนที่ที่เกิดการหมุนเวียนของอากาศคือ มีลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งเรียกว่า ลมทะเล”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การที่เรือมีน้ำหนักมาก ๆ สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากเรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำก็มีแรงดันวัตถุให้ลอยขึ้นมา เรียกว่า “แรงลอยตัว” แรงนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ถูกเรือเข้าไปแทนที่โดยวัตถุที่มีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากเท่าไร หรือเข้าไปแทนที่น้ำได้มาก ความหนาแน่นของวัตถุจะลดลง และแรงลอยตัวจะเพิ่มขึ้นเรือจึงลอยน้ำได้”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนคำตอบที่เกี่ยวกับการนำข้อสรุปจากการตรวจสอบมาทำการแปลความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ลงข้อสรุปแล้วเชื่อมโยงกับหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาประกอบการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของตนได้และสามารถยกตัวอย่างประกอบโดยให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

6. คุณลักษณะความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานเมตาดิเลเวล มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.11 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 5.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.74 ของการเปลี่ยนแปลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 0 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 77.55 กล่าวคือ ไม่เขียนคำตอบ หรือเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้าง หลักการที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับ หรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่น โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้เสนอสถานการณ์ว่า วันหนึ่งที่อากาศร้อน หลังจากพักรับประทานอาหารกลางวันเสร็จแล้ว ไปตอมและเพื่อน ๆ ชอบไปนั่งพักที่ศาลาพักผ่อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกัน แต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคามีความแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้อง และมุงด้วยหญ้าคา สิ่งที่ไปเตยสังเกตเห็นคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาจะมีนักเรียนคนอื่น ๆ มา นั่งมากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้อง ถ้าจะนำเสนอข้อสรุปที่ได้เพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตน ให้ผู้อื่นยอมรับโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และถ้าเพื่อนนำเสนอข้อสรุปที่แตกต่างจากข้อสรุปของตนเองจะประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนอย่างไรตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“หาเหตุผลว่าจะไยเย็นกว่า”

“ศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา เพราะเป็นวัสดุจากธรรมชาติ”

“ศาลาที่มุงด้วยกระเบื้อง เพราะน่าจะทนความร้อนได้ดีกว่าหญ้าคา และสังกะสี”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้เสนอสถานการณ์ว่า มะนาวได้อ่านข่าวของการทำเรือแห่งประเทศไทย (กทท.) โดย กทท. แจ้งว่ามีเรือห้องสมุดลอยน้ำ “LOGOS HOPE” มาให้บริการชั่วคราว โดยมีลูกเรือจำนวน 400 คน จาก 45 ประเทศทั่วโลกคอยอำนวยความสะดวก และมีร้านค้าให้บริการอาหาร เครื่องดื่มและขนม (International Cafe) มะนาวจึงสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ยังสามารถลอยน้ำและบรรทุกน้ำหนักได้มาก จะนำเสนอข้อสรุปที่ได้ได้อย่างไร เพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตน ให้ผู้อื่นยอมรับโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และถ้าเพื่อนนำเสนอข้อสรุปที่แตกต่างจากข้อสรุปของตนเอง จะประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนอย่างไรได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“เหล็กมีน้ำหนักมาก เรือที่ทำมาจากเหล็กส่วนใหญ่จะจม”

“สิ่งของที่บรรจุในเรือน่าจะมีน้ำหนักเบากว่าน้ำ ทำให้เรือลอยน้ำได้”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล การแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้าง เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับ หรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่น

ส่วนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับคะแนนเท่ากับ 2 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 73.33 กล่าวคือนักเรียนเขียนคำตอบที่เป็นการแสดงความคิดเห็นได้ตอบ การกล่าวอ้าง เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของ

ตนเองอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับ หรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นได้อย่างถูกต้องบางส่วน โดยมีสถานการณ์ปัญหาที่ได้เสนอสถานการณ์ว่า ในบริเวณทะเลทรายบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนมากและไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลย มีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวันและการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก คำถามว่า ถ้าจะนำเสนอข้อสรุปที่ได้เพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตน ให้ผู้อื่นยอมรับโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และถ้าเพื่อนนำเสนอข้อสรุปที่แตกต่างจากข้อสรุปของตนเอง จะประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนอย่างไรตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การที่คนส่วนใหญ่ใส่เสื้อสีดำแล้วรู้สึกเย็นเป็นเพราะการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน ซึ่งการพาความร้อน คือการถ่ายโอนความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของสารที่พาพลังงานจากอุณหภูมิสูงไปยังที่อุณหภูมิต่ำ เกิดจากอุณหภูมิของอากาศใน 2 บริเวณแตกต่างกันจึงทำให้อากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าไปแทนที่”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่การแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้างเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อน โดยอธิบายหลักการเกิดการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อนได้

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 ได้เสนอสถานการณ์ว่า วันเด็กปีนี้ ส้มโอ แดงโม และลำไย ได้มีโอกาสเข้าไปเที่ยวบนเรือหลวงจักรีนฤเบศร ซึ่งเป็นเรือที่ใหญ่มาก มีโครงสร้างที่เป็นเหล็กประกอบ แต่ก็ยังสามารถลอยน้ำได้จากการสอบถามผู้ดูแลทำให้ทราบว่าเรือหลวงจักรีนฤเบศร สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ และเครื่องบินรบ จำนวน 15 ลำ ส้มโอ แดงโม และลำไยจึงความสงสัยว่าทำไมเรือที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก แต่ทำไมยังสามารถลอยน้ำได้ ถ้าจะนำเสนอข้อสรุปที่ได้อย่างไร เพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตน ให้ผู้อื่นยอมรับโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และถ้าเพื่อนนำเสนอข้อสรุปที่แตกต่างจากข้อสรุปของตนเองจะประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนอย่างไรได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนคำตอบ

“น้ำก็มีแรงดันวัตถุให้ลอยขึ้นมา เรียกว่า “แรงลอยตัว” โดยถ้าวัตถุมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากเท่าไร หรือเข้าไปแทนที่น้ำได้มาก ความหนาแน่นของวัตถุจะลดลง และแรงลอยตัวจะเพิ่มขึ้น วัตถุจึงลอยน้ำได้ สามารถอธิบายด้วยการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบความเข้าใจโดยการนำดินน้ำมันมาปั้นเป็นก้อนกลมและปั้นเป็นแผ่นแบนมีขอบสูงเล็กน้อยคล้ายเรือ โดยน้ำหนักของดินน้ำมันทั้งสองเท่ากัน แล้วนำไปลอยน้ำ พบว่าดินน้ำมันก้อนกลมจะจมดิ่งลงใต้น้ำ เพราะก้อนดินน้ำมันมีขนาดเล็ก แทนที่น้ำได้ไม่มาก แรงลอยตัวน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ก้อนดินน้ำมันจม”

“สามารถอธิบายได้ว่าที่เรือขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากการที่วัตถุสามารถลอยน้ำได้ เพราะวัตถุนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่การแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้าง เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับเรื่องการ

ถ่ายโอนความร้อน โดยอธิบายหลักการจลนศาสตร์ของวัตถุได้ แต่ไม่สามารถไม่สามารถยกตัวอย่างประกอบได้

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับคะแนน 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 19.25 คือนักเรียนเขียนคำตอบที่เป็นการแสดงความคิดเห็นโต้ตอบ การกล่าวอ้างเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการทฤษฎีมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับ หรือยืนยันความคิดเห็นที่สอดคล้องหรือแตกต่างจากคนอื่นถูกต้องสมบูรณ์ ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลได้ โดยจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“เนื่องจากเสื้อสีดำมีอุณหภูมิสูง อากาศที่อยู่ในเสื้อคลุมสีดำจะไหลออกมาตามช่องว่างของเนื้อผ้า ขณะที่อากาศจากภายนอกที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ จึงรู้สึกสบายตัวกว่า เป็นลักษณะของการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน ซึ่งการพาความร้อน คือการถ่ายโอนความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของสารที่พาพลังงานจากอุณหภูมิสูงไปยังที่อุณหภูมิต่ำ ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบนี้ได้แก่ การเอามือไปอังตรงพวยกาน้ำที่กำลังเดือดจะรู้สึกร้อน เพราะโมเลกุลของอากาศและไอน้ำที่ร้อนเคลื่อนที่มากระทบมือ และการเกิดลม เป็นการพาความร้อนอย่างอิสระหรืออย่างธรรมชาติ เป็นการพาความร้อนที่ไม่เลกุลของตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย”

“เมื่อทำการทดลองโดยใส่สารทับทิมเพื่อทดสอบการเคลื่อนที่ของสารแบบการพาความร้อน พบว่า เมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำในบริเวณก้นบีกเกอร์จะได้รับความร้อนก่อนน้ำที่อยู่ด้านบน บีกเกอร์และอนุภาคของน้ำที่ร้อนนี้จะเคลื่อนตัวขึ้นมาด้านบน ซึ่งสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของสีต่างทับทิมที่ก้นบีกเกอร์ลอยตัวสูงขึ้นและพาความร้อนขึ้นมาด้วย จึงทำให้เทอร์โมมิเตอร์อันบนอ่านอุณหภูมิได้สูงขึ้น ในเวลาต่อมาเมื่ออนุภาคของของเหลวและแก๊สได้รับความร้อน อนุภาคของสารมีพลังงานสูงขึ้นเกิดการเคลื่อนที่เร็วขึ้นและห่างจากกันมากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของของเหลวและแก๊สลดลงอนุภาคที่ได้รับความร้อนนี้จะลอยตัวขึ้นและพาความร้อนไปด้วยอนุภาคที่อยู่ข้างเคียงจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนโดยอนุภาคของสารเคลื่อนที่ไปในลักษณะนี้เรียกว่า การพาความร้อน โดยการพาความร้อนทำให้เกิดกระแสลมในบริเวณต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศในบริเวณ 2 แห่งความแตกต่างกันจึงทำให้อากาศเย็นเคลื่อนเข้าไปแทนที่อากาศร้อน ตัวอย่างเช่น การเกิดลมบก ลมทะเลโดยลมบกและลมทะเลเกิดจากการพาความร้อนของอากาศซึ่งในเวลากลางวันพื้นดินดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำอากาศเหนือพื้นดินมีความหนาแน่นน้อยจึงลอยตัวขึ้นอากาศเหนือพื้นน้ำที่เย็นกว่าจะพัดเข้ามาแทนที่เกิดการหมุนเวียนของอากาศคือ มีลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งเรียกว่า ลมทะเลซึ่งชาวประมงใช้ประโยชน์ในการนำเรือประมงที่ออกไปล่าในเวลากลางคืนกลับเข้าฝั่ง พอถึงเวลากลางคืนพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ พื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นดิน ดังนั้นอากาศบริเวณเหนือพื้นน้ำซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยตัวสูงขึ้น อากาศที่เย็นกว่าเหนือพื้นดินจะเคลื่อนมาแทนที่ เกิดเป็นลมพัดจากพื้นดินออกสู่ทะเลเรียกว่า ลมบก ซึ่งชาวประมงใช้ประโยชน์ในการนำเรือประมงออกไปล่าในเวลากลางคืน”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่การแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้าง เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยอธิบายหลักการเกิดการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อนได้อย่างละเอียด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบที่เป็นหลักการถ่ายโอนความร้อนแบบการพาความร้อน

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนเขียนคำตอบว่า

“การที่เรือขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากการที่วัตถุสามารถลอยน้ำได้ เพราะวัตถุนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และน้ำก็มีแรงดันวัตถุให้ลอยขึ้นมา เรียกว่า “แรงลอยตัว” โดยถ้าวัตถุมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากเท่าไรหรือเข้าไปแทนที่น้ำได้มาก ความหนาแน่นของ วัตถุจะลดลง และแรงลอยตัวจะเพิ่มขึ้น วัตถุจึงลอยน้ำได้ สามารถอธิบายด้วยการทดลอง ทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบความเข้าใจโดยการนำดินน้ำมันมาปั้นเป็นก้อนกลมและป็น เป็นแผ่นแบน มีขอบสูงเล็กน้อยคล้ายเรือ โดยน้ำหนักของดินน้ำมันทั้งสองเท่ากัน แล้วนำไปลอยน้ำ พบว่าดินน้ำ ก้อนกลม ๆ จะจมดิ่งลงใต้น้ำ เพราะก้อนดินน้ำมันมีขนาดเล็ก แทนที่น้ำได้ไม่มาก แรงลอยตัวน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ก้อนดินน้ำมันจม”

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่การแสดงความคิดเห็น ได้ตอบการกล่าวอ้าง เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับการจม การลอยของวัตถุ โดยอธิบายหลักการจมการลอยได้อย่างละเอียด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

เมื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบ การเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิเคราะห์เป็นดังตาราง 5

ตาราง 5 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐาน เมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปร	คะแนน เต็ม	กลุ่มทดลอง หลังเรียน		กลุ่มควบคุม หลังเรียน		t	P
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	54	31.38	5.72	11.49	5.84	17.22	.000

$P < .05$

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร โดยทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาย่อยของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยจัดการเรียนรู้แบบปกติ

โดยมีสมมติฐาน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 6

ตาราง 6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	P
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
กลุ่มทดลอง	30	16.60	3.10	23.20	3.64	-13.20	.000

$$P < .05$$

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวลมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การเปลี่ยนแปลงของคะแนนเฉลี่ยแยกตามเนื้อหาย่อย ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามเนื้อหาย่อยของนักเรียน
ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดัชนี เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เนื้อหาย่อย	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละ ความ ก้าวหน้า	t	P
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D			
1. อุณหภูมิ	4	2.62	0.68	3.36	0.69	14.02	-5.88	.000
2. ความร้อนและการถ่าย โอนความร้อน	12	6.11	1.57	9.47	1.73	63.63	-12.18	.000
3. สถานะของสารและผลของ ความ ร้อนกับการ เปลี่ยนสถานะของสาร	10	6.11	1.28	7.29	1.55	22.35	-5.56	.000
4. ความร้อนกับการ ละลายของสารในตัวทำ ละลายชนิดต่าง ๆ	4	3.10	0.78	3.13	0.76	0	-1.77	.083

P<.05

จากตาราง 7 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาย่อยของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดัชนี เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์พบว่า เนื้อหาย่อยโดยรวมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ยกเว้นเรื่องความร้อนกับการละลายของสาร ในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้นบนฐานเมตาดัชนี เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิเคราะห์ เป็นดังตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง หลังเรียน		กลุ่มควบคุม หลังเรียน		t	P
		$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	23.20	3.65	19.00	3.97	5.07	.000

$P < .05$

จากตาราง 8 พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในส่วนนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยได้แบ่งออกเป็นด้าน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล จำนวน 30 ข้อ โดยทำการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหามีความทันสมัย	4.42	0.66	พึงพอใจมากที่สุด
2. เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.58	0.58	พึงพอใจมากที่สุด
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน	3.98	0.75	พึงพอใจมาก
4. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.16	0.85	พึงพอใจมาก
โดยรวม	4.28	0.52	พึงพอใจมากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับเป็นขั้นตอน	4.42	0.75	พึงพอใจมากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.29	0.82	พึงพอใจมากที่สุด
7. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	4.40	0.78	พึงพอใจมากที่สุด
8. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้มีความสนุกสนาน	4.24	0.82	พึงพอใจมากที่สุด
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.47	0.76	พึงพอใจมากที่สุด
10. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	0.64	พึงพอใจมากที่สุด
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	4.62	0.61	พึงพอใจมากที่สุด
12. ความแปลกใหม่ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.31	0.79	พึงพอใจมากที่สุด
13. ความน่าสนใจของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.36	0.77	พึงพอใจมากที่สุด
14. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.29	0.86	พึงพอใจมากที่สุด
15. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สามารถจัดได้มีความต่อเนื่อง	4.29	0.81	พึงพอใจมากที่สุด
16. ความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน	4.33	0.70	พึงพอใจมากที่สุด
โดยรวม	4.39	0.51	พึงพอใจมากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านสื่อการเรียนรู้			
17. สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัย	4.58	0.54	พึงพอใจมากที่สุด
18. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.36	0.74	พึงพอใจมากที่สุด
19. สื่อการเรียนรู้ดึงดูดความสนใจ	4.33	0.67	พึงพอใจมากที่สุด
20. สื่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.31	0.79	พึงพอใจมากที่สุด
21. สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	4.44	0.87	พึงพอใจมากที่สุด
โดยรวม	4.40	0.47	พึงพอใจมากที่สุด
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
22. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.44	0.66	พึงพอใจมากที่สุด
23. ความสอดคล้องของการวัดผลและการประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.44	0.72	พึงพอใจมากที่สุด
24. เครื่องมือวัดผลมีความยากง่ายเหมาะสม	4.49	0.66	พึงพอใจมากที่สุด
25. เครื่องมือวัดผลที่ใช้มีความหลากหลาย	4.60	0.58	พึงพอใจมากที่สุด
โดยรวม	4.49	0.48	พึงพอใจมากที่สุด
5. ด้านผู้สอน			
26. ความรู้ของผู้สอนเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ที่สอน	4.69	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
27. ความเป็นกันเองของผู้สอนกับนักเรียน	4.60	0.69	พึงพอใจมากที่สุด
28. เทคนิคการสอนของผู้สอนเข้าใจง่าย	4.51	0.73	พึงพอใจมากที่สุด
29. การแจ้งรายละเอียดกับการเรียนการสอนของผู้สอน	4.53	0.63	พึงพอใจมากที่สุด
30. ความใส่ใจของผู้สอนมีให้ต่อนักเรียนเมื่อถูกซักถาม	4.75	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
โดยรวม	4.62	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
โดยภาพรวมทั้งหมด	4.28	0.42	พึงพอใจมากที่สุด

จากตาราง 9 พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีความพึงพอใจ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และมีค่าเฉลี่ยส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 เมื่อพิจารณารายด้านของการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานเมตาดัชนี เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นดังนี้

ด้านเนื้อหาพบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.28 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด และเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เนื้อหาที่น่าสนใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก

ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.39 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุดและเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ในส่วนเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.82 และมีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด และในหัวข้อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สามารถจัดได้มีความต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ย 4.29 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 และมีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด

ด้านสื่อการเรียนรู้พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุดและเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือสื่อการเรียนรู้มีความทันสมัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุดในส่วนเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ สื่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 และมีค่าระดับพึงพอใจมากที่สุด

ด้านการวัดผลประเมินผลพบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.49 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุดและเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เครื่องมือวัดผลใช้วิธีวัดที่มีความหลากหลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด เรื่องที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือการวัดผล และการประเมินผลการเรียนรู้ตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.66 และมีค่าระดับพึงพอใจมากที่สุด และความสอดคล้องของการวัดผล และการประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.44 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และมีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด

ด้านผู้สอนพบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.62 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด และเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดคือความใส่ใจที่ผู้สอนมีให้ต่อนักเรียนเมื่อถูกซักถามมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ในส่วนเรื่องมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ เทคนิคการสอนของผู้สอนเข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 และมีค่าระดับพึงพอใจมากที่สุด

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถส่งผลให้นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมตาด้าเลเวลมีระดับความพึงพอใจในระดับพึงพอใจมากที่สุด ส่วนการอภิปรายผลและข้อเสนอในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอในบทที่ 5



บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอกระบวนการวิจัย สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

คำถามวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรูปแบบอย่างไร
2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่ เป็นอย่างไร
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้าน
 - 2.1 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
 - 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียน

สมมติฐานการวิจัย

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. ความพึงพอใจของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหา

เนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้คือ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 11 ห้อง รวม 495 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียนมีนักเรียน จำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวแปรตาม คือ

1. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน เวลารวม 23 ชั่วโมง
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E) เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน เวลารวม 23 ชั่วโมง
3. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยเขียนอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบเป็นแบบวัดคู่ขนาน 3 สถานการณ์ จำนวน 18 ข้อ ในแต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยเพื่อวัดการวัดคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ความสามารถในการระบุปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ 3) ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ 4) ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน 5) ความสามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูล และ 6) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานความร้อนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากหลักการวัดผลด้านสติปัญญาประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การประเมินและการนำไปใช้ จำนวน 30 ข้อ
5. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผล ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านครูผู้สอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 18 ข้อ ในเวลา 90 นาที
2. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 60 นาที
3. ดำเนินการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมตตาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มควบคุมโดยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ (5E)
4. ทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 18 ข้อ เวลา 90 นาที หลังจากสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้แล้ว
5. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้นักเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที หลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการเรียนรู้แล้ว

6. ประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแปลค่าความหมายระดับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows Version 21.0 ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามเนื้อหาของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for dependent samples)

2. วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อใช้ประกอบการอธิบายพัฒนาการและวิเคราะห์หาค่าร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนเต็ม

3. วิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (t-test for independent samples)

4. ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์ ที่กำหนดโดยวิเคราะห์ในภาพรวมรายข้อ ประกอบคำบรรยาย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลงข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง โดยผู้วิจัยนำแนวคิดเมต้าเลเวลมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้

นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมายและมีการสะท้อนคิดในทุกชั้นการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษาและรู้ถึงการเลือกใช้วิธีการในการศึกษาอย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ที่จะนำมาเป็นแนวทางในการศึกษา การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าโดยรวมคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เมื่อพิจารณาตามคุณลักษณะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนสูงที่สุด ส่วนด้านคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ ความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เมื่อพิจารณาแยกตามเนื้อหาย่อยก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาโดยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเนื้อหาย่อยพบว่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงหลังเรียนสูงสุดคือเรื่องความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ส่วนเนื้อหาย่อยที่มีร้อยละการเปลี่ยนแปลงหลังเรียนน้อยที่สุดคือเรื่องความร้อนกับการละลายของสารในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

4. ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และด้านผู้สอน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยอภิปรายได้ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานของเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การสืบค้น 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การลงข้อสรุป และ 5) การโต้แย้ง โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล มีลักษณะเฉพาะที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดทุกขั้นตอนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน มุ่งเน้นให้นักเรียนมีการคิดเพื่อแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนรู้ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะทำการศึกษา และรู้การเลือกใช้วิธีการในการศึกษาอย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูล รวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น กล่าวคือให้นักเรียนมีการรู้คิด อยู่เสมอในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงสิ่งที่กำลังศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนรู้เหตุผลในการเรียนรู้ จากกระบวนการที่เรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น จะทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำวิธีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตประจำวันรวมถึงการรับฟังข่าวสาร ข้อมูล ก็จะทำให้การสืบค้นหาข้อมูล วิเคราะห์สังเคราะห์ การตัดสินใจหรือลงความคิดเห็น และคิดอยู่บนพื้นฐานการมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีเหตุผลที่สมเหตุสมผล นอกจากนี้ยังเน้นที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานหลักฐานที่ตรวจสอบได้ และเป็น การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนใช้ทักษะการสืบเสาะและสืบค้นข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาจำแนก วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้เหตุผลหรือกล่าวอ้าง ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีกระบวนการคิดคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์ หรือเมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถนำวิธีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหานั้น ๆ รวมถึงการรับฟังข่าวสาร ข้อมูล ก็จะทำให้การสืบค้นหาข้อมูล วิเคราะห์สังเคราะห์ การตัดสินใจหรือลงความคิดเห็น และคิดอยู่บนพื้นฐานการมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีเหตุผลที่สมเหตุสมผล โดยในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ผู้วิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1) การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติพิจารณาสถานการณ์ปัญหา ตั้งคำถามหรือระบุประเด็นปัญหา และกำหนดประเด็นหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบซึ่งสอดคล้องกับ แลนด์เบเกอร์ (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548; อ้างอิงจาก Landsberger. 2004)

และเบเยอร์ (Beyer. 1987) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการระบุปัญหาเพื่อพิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์ปัญหาโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการระบุปัญหาในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ต้องศึกษา ซึ่งเป็นการส่งเสริมการฝึกทักษะความสามารถในการระบุปัญหาให้กับนักเรียน นอกจากนี้ในขณะที่นักเรียนทำการเรียนรู้ในขั้นนี้ ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนรู้คิดอยู่เสมอว่าเป้าหมายของการศึกษาวิธีการบรรลุถึงเป้าหมายและให้เหตุผลถึงการได้มาซึ่งปัญหานั้น ๆ สอดคล้องกับ คุห์น (Kuhn. 2005) ได้นำเสนอว่าการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพต้องกระตุ้นให้นักเรียนให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ จึงสามารถส่งเสริมทักษะความสามารถในการระบุปัญหาและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2) การสืบค้น เป็นขั้นตอนที่นักเรียนปฏิบัติการสืบค้น รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาตั้งสมมติฐาน แล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับ จูติมา กำลังเลิศ (2553) ที่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนทำการสืบค้นหาข้อมูลและคัดเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ การฝึกกระบวนการเหล่านี้ ครูใช้คำถามคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีการรู้คิดอยู่เสมอถึงข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาของข้อมูลและการให้เหตุผลของการได้มาของข้อมูล ดังที่ คุห์น (Kuhn. 2005) ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนต้องใช้กระบวนการสะท้อนคิดในขั้นการสืบค้นโดยรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใดในสืบค้นจึงจะเหมาะสม สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้นที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมติฐาน จากนั้นเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานในการเลือก รวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้น ๆ ได้ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3) การตรวจสอบสมมติฐาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกการทดสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น ทำการทดลอง วิเคราะห์สังเคราะห์ เปรียบเทียบ รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นต้น สอดคล้องกับ อัล-อาห์มาดี (Al-Ahmadi. 2008) ที่ได้เสนอองค์ประกอบที่สำคัญในการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้หลายองค์ประกอบ แต่หนึ่งในองค์ประกอบนั้นคือการตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นทักษะที่จะช่วยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่จะนำมาสู่การลงข้อสรุปและเป็นการตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐาน นอกจากนี้ ทิศนา ขัมมณี (2544: 148) ได้กล่าวว่าการทำการทดลองหรือการตรวจสอบสมมติฐานเป็นหนึ่งในทักษะในการดำเนินการเพื่อแสวงหาข้อความรู้ที่เชื่อถือได้หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์และในขณะที่นักเรียนทำการฝึกกระบวนการเหล่านี้ ครูเน้นย้ำให้นักเรียนรู้คิดอยู่เสมอถึงวิธีการในการศึกษาอย่างเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ดังที่ คุห์น (Kuhn. 2005) ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิง

วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีกระบวนการคิดที่เป็นการสะท้อนคิดในการเรียนรู้ ส่งผลให้ทักษะความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4) การลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงข้อสรุป รวมถึงได้ตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้อื่นแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาประกอบโดยมีกระบวนการฝึกเกี่ยวกับการยอมรับข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน ปฏิเสธข้อสรุปที่ไม่สมเหตุสมผล และอ้างอิงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูลแล้วนำมาลงข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงกับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและมีการอ้างอิงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือมาประกอบสนับสนุนผลการวิเคราะห์ สอดคล้องกับพอลและเอลเดอร์ (Paul; & Elder. 2003) ได้เสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีทักษะการลงข้อสรุป เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องได้รับการฝึกปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของวัชรภรณ์ แก้วดี (2548) ที่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบไม่ว่าข้อสรุปที่ได้จะเป็นข้อสนับสนุนหรือปฏิเสธ สมมติฐานก็ตามพร้อมให้เหตุผลประกอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาทักษะการลงข้อสรุปพร้อมให้เหตุผลประกอบเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ในขั้นการเรียนรู้นี้ ครูยังเน้นย้ำให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการสะท้อนคิดกล่าวคือ เป็นการลงข้อสรุปที่สามารถให้เหตุถึงการลงข้อสรุปด้วยข้อมูลเหล่านี้ มีความสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร หรือถ้าเป็นข้อสรุปที่ไม่สมเหตุสมผลก็สามารถอธิบายได้ว่าเพราะอะไร ซึ่งกระบวนการเรียนรู้นี้ สอดคล้องกับคุห์น (Kuhn. 2005) ที่ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีกระบวนการคิดที่เป็นการสะท้อนคิดในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้ทักษะความสามารถในการเชื่อมโยงสัมพันธ์ของข้อมูลและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5) การโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลแสดงความคิดเห็น นำเสนอข้อเท็จจริงหรือการกล่าวอ้างจากทฤษฎีหรือหลักฐาน กระบวนการนี้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการโต้แย้งหรือสื่อสารข้อสรุป โดยการนำเสนอข้อมูล หลักการหรือหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองและหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับได้ถูกต้องสมบูรณ์และสมเหตุสมผล สอดคล้องกับ คุห์นและยูเดล (Kuhn; & Udell. 2003: 1245) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการโต้แย้งว่าเป็นทักษะที่แสดงถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เพื่ออธิบายหรือแสดงความคิดเห็นพร้อมแสดงหลักฐานเพื่อประกอบแนวคิดนั้น ๆ นอกจากนี้ วัชรภรณ์ แก้วดี (2548: 4-5) ได้กล่าวถึงทักษะการโต้แย้ง ไว้ว่าเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากในการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพราะเป็นทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานที่นอกจากการออกแบบการทดลอง การค้นพบและสร้างทฤษฎีต่าง ๆ แล้วยังรวมถึงการอภิปราย ชักถาม และกล่าวอ้างหรือโต้แย้งด้วยเหตุผลกับนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ คุห์น (Kuhn. 2005) ที่ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการโต้แย้ง

ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะนี้เป็นทักษะที่นักเรียนสรุปองค์ความรู้เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ในขั้นนี้ครูเน้นย้ำให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยมีกิจกรรมการสะท้อนคิด คือ นักเรียนได้นำข้อสรุปของตนเองมานำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือให้เหตุผลกับข้อสรุปของตนเองโดยนำเสนอหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือไม่ว่าจะเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ หรืออาจเป็นข้อมูลจากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับในข้อสรุปของตนเอง หรือมีการโต้แย้งด้วยหลักการอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับ วุฒิมา กำลังเลิศ (2553) ได้ให้นักเรียนฝึกการโต้แย้งโดยนำเสนอหลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือที่หลากหลายและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างสมเหตุสมผลพบว่า นักเรียนสามารถโต้แย้งได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ พร้อมทั้งนำเสนอหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ที่เกี่ยวข้องได้ ส่งผลให้ทักษะความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมตาดาเลเวล สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

2.1 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมตาดาเลเวล ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.1.1 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนพื้นฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมตาดาเลเวล มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีสังคมการเรียนรู้ ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดทุกชั้นการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ (2013 :108) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหนึ่งของผู้รู้วิทยาศาสตร์และเป็นกระบวนการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา ฟรายเดเลอร์ และคณะ (Friedler et al., 1990: 173) และอารยา (Araya. 2008: 7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลไว้ว่า เป็นการอธิบายและแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนแนวทางคำตอบของตน ส่งเสริมการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2.1.2 คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนพื้นฐานเมตาดาเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเป็นเพราะ การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมตาดาเลเวลทำให้คุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะ

คุณลักษณะของความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าสูงที่สุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ทำกิจกรรมการโต้แย้งโดยมีการนำเสนอข้อมูล หลักการ หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือหักล้างข้อโต้แย้งของคนอื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผล จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ได้ดี เกิดองค์ความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือและมีการสื่อสารองค์ความรู้ที่ได้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ แซมพ์สันและบลานชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1123; อ้างอิงจาก ประภา สมสุข. 2558: 25) ได้กล่าวถึงการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) ไว้ว่า เป็นการให้เหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎี กฎหรือแนวคิดต่างๆ ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและการทำงานร่วมกับผู้อื่นมาแล้ว นอกจากนี้ ประภา สมสุข (2558: 25) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้โดยอาศัยหลักฐานที่รวบรวมจากข้อมูลรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างนั้น และนำไปสู่การลงข้อสรุป ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์ โดยนักการศึกษาที่ได้นำทักษะนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนคือ จูติมา กำลังเลิศ (2553) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์แล้วให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการโต้แย้งโดยนำเสนอข้อมูลด้วยหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือประกอบเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในทักษะการโต้แย้งได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาท่านอื่นที่นำทักษะการโต้แย้งไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ ไซมอน (Simon. 2011 : 76-77) โดยให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้ง โดยการนำเสนอข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานเพื่อสนับสนุนและให้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานอย่างสมเหตุสมผลจากความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงส่งผลให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ส่วนคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะของความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าต่ำกว่าคุณลักษณะอื่น ๆ อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนมีองค์ความรู้ที่ไม่เพียงพอหรือไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเนื้อหาที่ฝึกปฏิบัติได้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีสถานการณ์ปัญหาไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นปัญหาที่จะศึกษาไปสู่ประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ เช่น จากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโอนความร้อน นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าถ้าจะทำการศึกษาในเรื่องนี้จะต้องมีองค์ความรู้หรือข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง ซึ่งผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นโดยการตั้งคำถามยกตัวอย่างประกอบ เป็นต้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถฝึกทักษะนี้ตลอดการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในทักษะนี้น้อยกว่าทักษะอื่น ๆ

2.2 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานเมต้าเลเวล กับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากผลการศึกษาพบว่า คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจเป็นเพราะ

2.2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวลมีการฝึกปฏิบัติทักษะการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและคัดเลือกข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพื่อนำมาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้หลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้นและให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่จะนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานในการเลือก รวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของสมมติฐานนั้นๆ ซึ่งทักษะนี้เป็นกระบวนการหนึ่งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล มีการฝึกปฏิบัติทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดหรือแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ได้ตามหลักวิชาการ กล่าวคือนักเรียนสามารถโต้แย้งโดยมีการนำเสนอข้อมูลหลักฐานจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือโดยผ่านการวิเคราะห์สังเคราะห์ ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจจะนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้สามารถแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับความรู้อหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แต่มีการใช้เหตุผล หลักฐาน ข้อมูล และอาจมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาประกอบในการตรวจสอบ พิสูจน์ จนกระทั่งได้คำตอบหรือข้อสรุปอย่างถูกต้อง เชื่อถือ สอดคล้องกับ คูห์น (Kuhn. 2005) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการนำเสนอ ข้อมูล (Facts) ความคิดเห็น (Opinion) และการกล่าวอ้าง (Claims) ที่ประกอบด้วย ทฤษฎี (Theory) และหลักฐาน (Evidence) นอกจากนี้ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 11) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาทางความคิดโดย การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ และยังเป็นจุดเริ่มต้นของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเนื่องจากความสามารถในการโต้แย้งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนใช้ความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ศึกษามาสรุปลเป็นองค์ความรู้ของตนเองเพื่อนำเสนอต่อผู้อื่น เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับด้วยหลักการทางวิชาการอย่างสมเหตุสมผล ส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สูงมากขึ้น สอดคล้องแซมพ์สันและบลานชาร์ด (Sampson; & Blanchard. 2012: 1124) กล่าวถึง การโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ โดย

การนำเสนอ การอธิบาย จากทฤษฎี กฎ แบบจำลอง และยังมีนักการศึกษาที่ได้นำกิจกรรมการโต้แย้งไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ โซฮาร์และเนเมต (Zohar; & Nemet. 2003) ที่ได้จัดกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 9 เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนได้ดีกว่าก่อนเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

2.2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนได้ทำการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง ลงข้อสรุป เพียงเท่านั้น แต่นักเรียนไม่มีการวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ไม่มีการฝึกให้นักเรียนมีการสืบค้นจากข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำมาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุด

2.2.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการฝึกการกล่าวการโต้แย้งซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการที่จะช่วยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาแล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนสื่อสารกับผู้อื่นให้ยอมรับในข้อสรุปของตนเอง ดังที่เบอร์เกียร์ และโบริก (Bergere; & Boelryk. 2004: 8-9) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นการสรุปความรู้ความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งก่อนที่จะแสดงการโต้แย้งด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงถึงแนวทางคำตอบหรือคำอธิบายในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการตั้งสมมติฐานหรือการคาดคะเนคำตอบซึ่งทักษะนี้ถือเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นทักษะที่นักเรียนสรุปองค์ความรู้ของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนหรือสื่อสารให้ผู้อื่น โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือนั้น จึงทำให้นักเรียนมีระบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 29-36) ยังได้กล่าวว่าการโต้แย้งเป็นการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ โดยมีการอ้างเหตุผลที่ตรวจสอบความถูกต้องได้ และหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

2.2.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการสะท้อนคิดในการเรียนรู้ทุกขั้นการเรียนรู้

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมา จึงสามารถพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็น

เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

3.1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล มีกระบวนการที่เน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประสิทธิภาพหลักฐานที่ตรวจสอบได้กล่าวคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและสืบค้นข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและหลากหลายต่อการนำมาจำแนกวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการโต้แย้ง ซึ่งเป็นการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ จิตติมา กำลังเลิศ (2553) โดยใช้แนวคิดทฤษฎีของคุห์น Khun (2005) ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวลที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการสะท้อนคิดในทุกขั้นการเรียนรู้และทุกกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาโดยการวิเคราะห์แล้วทำการระบุประเด็นปัญหาที่จะทำการศึกษามีการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยรู้จักคัดเลือกจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถให้เหตุผลถึงคัดเลือกข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ นำสมมติฐานที่ได้มาตรวจสอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมพร้อมให้เหตุผลของการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุป โดยเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อสรุปที่ได้มาสื่อสารเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับหรือเห็นด้วยกับแนวคิดของตนเองโดยกระบวนการเหล่านี้ได้ฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น จึงสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น นอกจากนี้แล้วรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล ยังมีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในเนื้อหาที่เรียนเห็นได้จากผลการศึกษาของ จิตติมา กำลังเลิศ (2553) ที่ได้ทำการศึกษาคิดเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แนวคิดของกระบวนการคิดพื้นฐานเมต้าเลเวลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวันโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่มีการฝึกเชื่อมโยงความรู้กับหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หลักฐานพยานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้และมีกระบวนการเรียนที่ฝึกให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดในทุกขั้นการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเป้าหมายจนสามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.1.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เป็นรูปแบบที่มีวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติทุกกระบวนการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจเริ่มจากนักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาโดยการวิเคราะห์แล้วทำการระบุประเด็น

ปัญหาที่จะทำการศึกษา มีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยรู้จักคัดเลือกจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือให้เหตุผลถึงการคัดเลือกข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการคาดคะเนคำตอบ หรือตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบนำสมมติฐานที่ได้มาตรวจสอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมพร้อมให้เหตุผลของการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นเหตุผลที่สมเหตุสมผล นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาลงข้อสรุป โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เหตุผลถึงการได้มาของข้อสรุปนั้น ๆ เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลแล้วนักเรียนยังสามารถนำข้อสรุปที่ได้มาสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจโดยการโต้แย้งที่มีการนำเสนอหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้ว นอกจากนี้แล้วในทุกชั้นการเรียนรู้ นักเรียนยังได้มีการสะท้อนคิดและให้เหตุผลในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเป้าหมายรู้ ถึงวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะศึกษาและรู้คิดอยู่เสมอว่าจะทำอย่างไรถึงจะไปสู่วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีเป้าหมายของการคิดที่ชัดเจน สามารถเรียนรู้ตามบรรล่วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ คูห์น (Kuhn, 2005) ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีกระบวนการคิดที่เป็นการสะท้อนคิดในทุกชั้นการเรียนรู้ กล่าวคือให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องปฏิบัติและรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐาน เมตตาเลเวลมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน สุริยวรรณ (2542: 59) และชลฤทัย ทวีแสง (2553) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่เกิดเป็น องค์ความรู้ที่นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดได้ด้วยตนเอง โดยสอดคล้องกับ มาร์ติน (Martin, 1994: 6) ได้ว่าถ้านักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้โดยการสร้างความรู้หรือค้นพบความรู้ด้วยตนเอง แล้วเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่จะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น จากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาเนื้อหาย่อยพบว่า เนื้อหาย่อยที่มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าหลังเรียนสูงสุดคือ เรื่องความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน อาจเป็นเพราะว่า เรื่องการถ่ายโอนความร้อนเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำความเข้าใจในการเรียนได้ง่าย จึงทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ดี เช่น เรื่องของการติดฟิล์มกรองแสงของรถยนต์ การตากเสื้อผ้า การบิ่ย่างอาหาร เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษาหลายท่าน เช่น เจตธนี บุญนา (2552) และ ธิติรัตน์ อินปาตะ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่ไปด้วยแล้วได้ทำการทดสอบวัดด้วยสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมากขึ้น

ส่วนเนื้อหาย่อยที่มีคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าหลังเรียนน้อยที่สุดคือ เรื่องความร้อน และเรื่องการละลายของสารในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และออกแบบอุปกรณ์การทดลองเพื่อให้

นักเรียนสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมของการทดลองที่นักเรียนออกแบบไว้ยังไม่เพียงพอ เนื่องจากข้อจำกัดของด้าน อุปกรณ์และสารเคมี จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้เรื่องในทั้งสองเรื่องไม่เพียงพอ ดังที่ แอสคิว (วัชรารักษ์ แก้วดี. 2548; อ้างอิงจาก Askew. 2004) กล่าวว่าไว้ว่า เมื่อ นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ควรมีการนำเทคนิคหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ประกอบเพื่อค้นหา คำตอบ และเพื่อหลีกเลี่ยงความคิดเห็นส่วนตัวและเพื่อเป็นการสนับสนุนคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานเมต้าเลเวล กับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริม การคิดเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการ เรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจเป็น เพราะ

3.2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล ฝึกให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ที่ มีการสะท้อนคิดผ่านขั้นการเรียนรู้ทุกขั้นการเรียนรู้ แล้วส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้อง กับ จิตติมา กำลังเลิศ (2553: 280) ที่ได้นำเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

3.2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของเนื้อหาผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ง่ายขึ้น สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ดี สอดคล้องกับ ฮูเวอร์ (Hoover. 1984: 72) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่าควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่การ เปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนและเป็นเรื่องใกล้ตัวเพื่อทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการระบุปัญหา จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.2.3 ในแต่ละขั้นของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล ให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ที่เป็นการสะท้อนคิดที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นการเรียนรู้ เช่น ขั้นการระบุ ปัญหาได้ให้นักเรียนให้เหตุผลถึงการได้มาของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิด วิทยาศาสตร์นั้น ๆ ขั้นการสืบค้น ได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรู้ว่าควรเลือกใช้วิธีการใด ในสืบค้นจึงจะเหมาะสม สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ที่จะช่วยทำให้นักเรียนมี ความเข้าใจ เรื่องราว สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่จะศึกษามากขึ้นและข้อมูลที่ดีที่สุดที่จะนำมา เป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาและนำข้อมูลที่ได้นำมาตั้งสมมติฐานแล้วเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดโดย ใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานในการเลือก รวมทั้งให้เหตุผลถึงการได้มาของ สมมติฐานนั้น ๆ ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน ได้ให้นักเรียนทำการฝึกกระบวนการรู้คิดอยู่เสมอว่าควร เลือกใช้วิธีการใดในการศึกษาจึงจะเหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ สามารถบอกเหตุผลใน การเลือกใช้วิธีการเหล่านั้น ขั้นการลงข้อสรุป ได้ให้นักเรียนทำการลงข้อสรุปโดยให้เหตุผลได้ว่า ทำไมถึงลงข้อสรุปด้วยข้อมูลเหล่านี้ สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และถ้าเป็น

ข้อสรุปที่ไม่สมเหตุสมผลก็สามารถอธิบายได้ว่าเพราะอะไร ขั้นการโต้แย้ง ได้ให้นักเรียนได้นำข้อสรุปของตนเองสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือให้เหตุผลกับข้อสรุปของตนเองโดยเสนอหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือไม่ว่าจะเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ หรืออาจเป็นข้อมูลจากการสืบค้นที่มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับในข้อสรุปของตนเอง หรือมีการโต้แย้งด้วยหลักการอย่างสมเหตุสมผลจึงสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.2.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการโต้แย้ง ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญก่อนที่นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลด้วยหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนจะทำการศึกษาทำการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้นำสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.2.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดในทุก ขั้นการเรียนรู้ กล่าวคือ นักเรียนไม่มีการแสดงถึงการให้เหตุผลในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการฝึกกระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลและเป็นระบบแบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3.2.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีการส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนไม่รู้ถึงวัตถุประสงค์ของสิ่งที่จะต้องศึกษา ไม่รู้ว่าจะศึกษาไปทำไม ทำเพื่ออะไร แต่นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมต้าเลเวลได้รับการฝึกกระบวนการดังกล่าวทำให้นักเรียนมีการรู้คิดอยู่เสมอจะว่าทำการศึกษอะไรศึกษาเพื่ออะไร ทำอย่างไรถึงจะไปถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ จึงทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนกระบวนการคิดได้ในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นไม่มีในกระบวนการจัดการเรียนรู้ปกติ และส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการสะท้อนคิด จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมต้าเลเวลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนบนฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล อาจเป็นเพราะ

4.1 ผู้สอนได้ทำการปฐมนิเทศเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยให้นักเรียนได้ลองฝึกการเรียนรู้ตามกระบวนการฝึกคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และในระหว่างการฝึกผู้สอนได้อธิบายในแต่ละขั้นให้กับนักเรียนอย่างละเอียดพร้อมทั้งกระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจได้ จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการ

เรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวลได้ดี และผู้สอนยังมีความเป็นเอางันในระหว่างกิจกรรมการสอนเรียนและคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำหรือคำปรึกษากับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในมากที่สุด

4.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวลมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจและข้อค้นพบใหม่ด้วยตนเองและสามารถเชื่อมโยงไปยังความรู้เดิมของนักเรียน มีระบบขั้นตอนของการเรียนรู้เป็นระบบมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นทุกคนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ไม่ว่าจะเป็นความคิดเห็นผิดหรือถูก ความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนจะได้รับการยอมรับเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนจึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

4.3 การจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยในแต่ละกิจกรรมมีสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้หลากหลายและเป็นสิ่งที่หาง่ายพบได้ จากสิ่งใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน สนใจ ตื่นเต้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัตว์ ชามทอง (2550) และชลฤทัย ทวีแสง (2553) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นและลดความซับซ้อนของเนื้อหาที่ยากที่จะเข้าใจสำหรับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีเพิ่มมากขึ้น จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

จากกิจกรรมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ระดับสูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูหรือผู้ที่สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานแนวคิดเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวลเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด และวิธีการประเมินในแต่ละคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อการประเมินที่ตรงตามวัตถุประสงค์ตามคุณลักษณะของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมต้าเลเวล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในการนำเข้าสู่บทเรียน ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องเตรียมสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม แล้วนำมาสู่การกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องที่ศึกษา

จึงจะช่วยพัฒนาทักษะการระบุปัญหาและการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้พื้นฐานเมื่อดำเนินไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องคอยควบคุมหรือกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้คำถามใช้สื่อการเรียนรู้พร้อมยกตัวอย่างประกอบการเรียนรู้ เพื่อดึงความสนใจของนักเรียนให้มีส่วนร่วมกับการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น เป็นต้น

4. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องและเสร็จสิ้นภายในชั่วโมงของการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อประกอบการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนต่อไป

2. ควรมีการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การทำหลักสูตรสำหรับการวัดและประเมินสำหรับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการจัดเสวนาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับผู้เชี่ยวชาญ

3. ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกันโดยกำหนดเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับช่วงอื่น ๆ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านเนื้อหา และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- . (2549). การคิดเชิงวิพากษ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษานี้พื่อนาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่ง
สินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- . (2553). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื่อนาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื่อนาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่
3. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2554). คู่มือครูรายวิชาพื่อนานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
สกสค. ลาดพร้าว.
- ฉันท ชาติทอง. (2554). สอนคิด:การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
เพชรเกษมการพิมพ์.
- เจตณี บุญนา. (2552). การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดย
เสริมกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ สีสม. (2555). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื่อนานในหน่วยการ
เรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาศาสนการพลศึกษา. ปรินญาณพนธ์ กศ.ด.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย
เอกสาร.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนิดา จันทรธีรยุทธ์. (2545). ความพึงพอใจในการเรียนหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิชาเอก
การบัญชีของนิสิตระดับปริญญาตรี ภาคปกติ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนัตว์ ชามทอง. (2553). การจัดกิจกรรมสร้างเสริมความสามารถด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

- ชลฤทัย ทวีแสง. (2553). ผลของการสอนคิดโดยใช้เทคนิคหมวกหกใบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.
- จิตติมา กำลังเลิศ. (2553). การพัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทรงสมร คชเลิศ. (2543). ความพึงพอใจในการเรียนรู้กลุ่มวิชาการเลขานุการของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยพาณิชยการธนบุรีและวิทยาลัยพาณิชยการเซตุน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แคมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์ กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์จำกัด.
- (2548). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2551). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิดารัตน์ อินปาตะ. (2554). ความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2539). โครงงานวิทยาศาสตร์ การวิจัยวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.
- นันธิดา รัตน์พิทักษ์. (2556). ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์หุระดับ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2556). ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์หุระดับ. *Veridian- E Journal*. 6(2): 514-530.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2539). การแปรผลเมื่อใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลแบบมาตราส่วนประมาณค่า. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 2(1): 64-70.
- บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking School* สอนให้คิด. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ บুক เซ็นเตอร์.

- ประเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก. (2541). กระบวนการสอนทันสมัย:พื้นฐานของการพัฒนาวิทยาศาสตร์แบบ
ยั่งยืน ตอนที่ 1. สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2556, จาก <http://www.spu.ac.th>
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินดิง.
- ประภา สมสุข. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิง
วิทยาศาสตร์ แบบ 2I3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์
กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ผ่องพรรณ เจริญมงคลกุล. (2549). การออกแบบการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัฒนา ภาพร. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมแบบ 4
MAT และการสอนแบบสืบเสาะ สสวท. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม. 3(2); 43.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดและเทคนิคการ
สอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรู๊ปแมเนจเม้นท์.
- พรทิพย์ ศิริภทราชัย. (2549). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภณิดา ชัยปัญญา. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อการจัดการไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการ
ปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม .
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4 (ฉบับปรับปรุง).
กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยุพิน สุริยวรรณ. (2542). ผลของการใช้เทคนิคกลุ่มร่วมมือที่มีต่อการอ่านและการเขียนของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ลฎาภา สทรวง และลือชา ลดาชาติ. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4. *Naresuan University Journal*. 21 (3)
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:
ภาควิชาการวัดและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2541). เทคนิคการสร้างและสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วัชรภรณ์ แก้วดี. (2548). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตออฟฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ปรินญญานิพนธ์ กศ.ด. (การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). คอนสตรัคติวิซึม *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักดิ์ชัย หิรัญรักษ์. (2556). จุดมุ่งหมายทางการศึกษา (*Taxonomy of Education*) ฉบับปรับปรุง 2001. โดย Anderson และ Kratgwohl จากฉบับของ Benjaming Bloom. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2556, จาก <http://www.usickrusak.com>
- ศิวดล กลฤทธิ์กร. (2554). การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). PISA โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ *Proramme for Internation Student Assessment*. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2557, จาก <http://pisathiland.ipst.ac.th>
- (2541). เอกสารชี้แจงการจัดการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: องค์การส่งเสริมการค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2542). วิสัยทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ.2000. กรุงเทพฯ: ศูนย์สภาลาดพร้าว.
- (2546). คู่มือการวัดประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษานขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2548). หลักสูตรวิทยาศาสตร์รากฐาน ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2550). นักเรียนประถมศึกษาพัฒนาความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ “บทความเสริมความรู้ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2556, จาก <http://www.ipst.ac.th>.
- (2554). หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.
- (2555). ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*. 8(2): 28-37.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สมรภูมิ ขวัญคุ้ม. (2530). ความพึงพอใจของบุคคลากรมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่มีต่อการจัดสวัสดิการภายในโรงเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สรารุช ชัยยong. (2552). การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาคร แสงผึ้ง. (2546). การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบโดยวิธี B-Index และ การวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. เชียงใหม่: หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2556). สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ของสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- (2555). คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2544-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พฤศจิกายน 2554). กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท พลัส.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). รายงานการวิจัย การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาการศึกษาของโรงเรียนภายหลังการประเมินภายนอกครั้งแรก. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). การพัฒนาและประเมินทักษะการคิด . เอกสารประกอบการประชุมโครงสร้างและพัฒนาเครือข่ายการประเมิน: กำหนดกรอบโครงสร้างเครื่องมือ คู่มือประเมินระดับท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุธรรม อ่อนคำ. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้ชุดฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุรศักดิ์ รักษา. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนศิลปะท้องถิ่นของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ศิลปศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 และ 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์.
- สาโรจน์ ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สังคมศาสตร์). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อนิรุทธิ์ สติมัน. (2550). ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตัวเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ด (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2537). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ศ. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Al-Ahmadi, F. (2008). *The Development of Scientific Thinking with Senior School Physics Students*. Ph.D. United Kingdom: University of Glasgow. Photocopied.
- Anderson, T.P.; & Drill, C.R.; & Romiszowsky, A.J. (1997). *Using Models of Instruction. Instructional Development Paradigms*. New Jersey: Educational Publications. 521-536.
- Araya Palachot . (2008). *The Develop of Learning Unit with Corporate Scientific Explanation Using Fading Scaffold Technique to Promote Students Reasoning Skills*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Arends, R.I. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill.
- Bergere, T.;& Boelryk, A. (2004). *Applications of Scientific Thinking in the Humanities and Social Sciences*. Prepared for the 15th International Conference on College Teaching and Learning. March 29-April 2, 2004 (Version 2.0). Canada: Georgiac.
- Beyer, B.K. (1987). *Practical Strategies for Teaching of Thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bloom, B.S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Bandman, E.L.; & Bandman, B. (1995). *Critical thinking in nursing 2nd Edition*. New York: Appleton & Lange.

- Dickman, W.; & Carey, L. (1996). *The Systematic Design of Instruction*. 4th ed. New York: Longman.
- Dunbar, K. (1988). *Scientific Thinking and Its Development*. McGill University: USA
- (1999). Scientific Thinking and its Development .In R. Wilson.; & F. keil (Eds).*The MIT Encyclopedia of Cognitive Science*. MA: MIT press.
- (2007). *Scientific Thinking for Students*. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Friedler, Y., Nachmias, R.; & Linn, M.C. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer- Based Laboratories . *Journal of Research in Science Teaching*. 27: 173-191.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mc Graw-Hill.
- Herzberg, F; Manusner, B.; & Snyderman, B. (1959). *The Motivation to Work*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Hoover, K. (1984). *The Elements of Scientific Thinking*. Clearwater. FL: U.S.A.
- Joyce B.; & Weil M. (1996). *Model of Teaching*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- (2000). *Model of teaching*. 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kemp, J.E., Morrison, G.R.; & Ross, S.M. (1998). *Designing Effective Instruction*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kuhn, D. (1993, June). Science as Argument.Implication for Teaching and Learning Scientific Teaching. *Science Education*.
- (2000, October). Metacognitive Development.*Current Directions in Psychological Science* . 9(5).
- (2001, January). How do people Know. *Psychological Science*. 12(1).
- (2004). What is Scientific Thinking and How Does It Develop. *Handbooks of Development Psychology*. Black well Publishing.
- (2005). Is Development Scientific Thinking all about learning to Control Variables. *Psychological Science*. 16-866-870.
- (2009, November). Teaching and Learning Science as Argument. *Science Education*.
- (2010). What is Scientific Thinking and How Does it Development. *Hand Book of Childhood Cognitive*. Development (Blacwell).
- Kuhn, D.; & Pearsall, S. (2000). Developmental Origins of Scientific Thinking. *Journal of Cognition and Development*. Vol.1.

- Kuhn, Deanna; & Udell, Wadiya. (2003). The Development of Argument Skills. *Child Development*. 74(5): 1245-1260. Retrieved July 25, 2014, from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=10832777&site=ehost-live>
- Lawson, A.E. (1995). *Scientific Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Martin, Ralph. E. Jr. (1994). *Teaching Science for All Children*. Boston: Allyn and Bacon
- Maslow, A.H. (1970). *Motivation and Personality*. 2nd ed. New York: Haper and Row.
- Negar A. (2012). Assessment of Scientific thinking in Basic Science in the Iranian Second National Olympiad. *Azarpira et al. BMC Research Notes*. p 5-61.
- Oishin, B.B. (2007). *Scientific Thinking and Modernity Meet Traditional Culture*. Phila Delphia: The University of The Art Press.
- Orion, N.; & Kali, Y. (2005, September). The Effect of an Earth Science Learning Program on Students' Scientific Thinking Skills. *Journal of Geoscience Education*. 53(4).
- Paul, R.; & Elder, L. (2003). *A Miniature Guide for Student in Faculty to Scientific Thinking*. Foundation of Critical Thinking.
- Peter, J.N.; & Dejonckheere. (2010). Training the Scientific Thinking Circle in Pre and Primary School Children. *The Journal of Education Research*. p 2-3
- Ruby, L. (1968). *The Art of Making Sense: The Guide to Logical Thinking*. 2nd ed. Philadelphia: Lippinott.
- Sampson, Victor; & Blanchard, Margaret R. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. *Research in Science Teaching*. 49(9): 1122-1148
- Schable, L. (2003). Human Development Scientific Thinking. *More on what Develop*. 46(2).
- Schafersman, D.S. (1992). *An Introduction to Science: Scientific Thinking and the Scientific Method*. Retrieved 12 october 2013, from <http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html>
- (1994). *An Introduction to Science: Scientific Thinking and the Scientific Method*. Retrieved 30 June 2013, from <http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html>
- (1997). *An Introduction to Science: Scientific Thinking and the Scientific Method*. [online] Retrieved 30 June 2013, from <http://www.muohio.edu>.
- Schauble, L.; & Glaser, R. (1990). Scientific Thinking in Collaboration and Adults. In . Kuhn. (ed.), *Developmental Perspective on Teaching and Learning Thinking Skill*. Basel: Karger.

- Simon, Shirley. (2011). Argumentation. In *How Science Works: Exploring Effective Pedagogy and Practice*. Edited by Toplis, Rob. New York, USA: Routledge.
- Skinner, B.F. (1972). *Beyond Freedom and Dignity*. New York: Alfred A. Knopf.
- Swarts, R.; & Parks, S. (1994). Infusing the Teaching of Critical and Creative Thinking into Content Instruction. *A Lesson Design Handbook for the Elementary Grades*. California: Critical Thinking Press and Software.
- Wolman, B.D. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. Van Norstrand: Reinheld company.
- Zohar, A.; & Dori, Y.; & Center for Education Computing Initiatives Massachusetts Institute of Technology. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students. Are they Mutally Exclusive. *Journal of the learning science*. 12(2).



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.นิพนธ์ จันทรโณ นักวิชาการศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ดร.ณัฐธิดา พรหมยอด นักวิชาการศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ผศ.ดร. ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ดร.ลดาภา ลดาชาติ อาจารย์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6. ดร.วรารรณ จันทรนวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนฝางวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25

ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้นับฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นับฐานเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง 10 ผลการประเมินค่าดัชนีความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
	1.1 ทฤษฎี แนวคิดและหลักการที่นำมาใช้ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ผ่าน
	1.2 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความ ชัดเจนสามารถนำไปใช้ได้จริง	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
	2.1 วัตถุประสงค์เหมาะสมและสอดคล้องกับ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ผ่าน
	2.2 วัตถุประสงค์มีความชัดเจนและวัดประเมินผลได้	1	1	1	1.00	ผ่าน
	2.3 วัตถุประสงค์มีประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
	3.1 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ แสดงถึงการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	1	1	1.00	ผ่าน
	3.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน และสามารถปฏิบัติได้จริง	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Problem Identifying)	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ขั้นที่ 2 การสืบค้น (Searching)	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ขั้นที่ 3 การตรวจสอบสมมติฐาน (Checking)	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ขั้นที่ 4 การลงข้อสรุป (Inferring)	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ขั้นที่ 5 การโต้แย้ง (Argumenting)	1	1	1	1.00	ผ่าน
	3.3 การเรียงลำดับขั้นการเรียนการสอน	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 11 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ทฤษฎี แนวคิดและหลักการที่นำมาใช้กับ สภาพปัญหา	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	ทฤษฎี แนวคิดและหลักการที่นำมาใช้กับ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	ทฤษฎี แนวคิดและหลักการที่นำมาใช้กับ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	ผ่าน
4	สภาพปัญหากับหลักการของรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	ผ่าน
6	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้กับ ขั้นตอนการเรียนการสอน ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ผ่าน
7	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้กับการวัดและประเมินผลของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 12 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ด้านหลักสูตรและองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. เนื้อหาสาระเหมาะสมกับ เวลาที่ใช้ในแผนการ จัดการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. แผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องสัมพันธ์กับ เนื้อหาที่เรียน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3. แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบต่างๆ ของ แผนการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสมและ ครบถ้วน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. แผนการจัดการเรียนรู้มี จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดมาตรฐานการ เรียนรู้สอดคล้องกับ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
6. กิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับนักเรียน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับรูปแบบของ กระบวนการจัดการเรียนรู้ บนฐานแนวคิดเมต้าเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8. กระบวนการเรียนรู้ตาม ขั้นการระบุปัญหา (Problem Identifying) มี ความเหมาะสมและส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดกระบวนการ คิดเชิงวิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9. กระบวนการเรียนรู้ตาม ขั้นการสืบค้น (Searching) มีความเหมาะสมและ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิด กระบวนการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10. กระบวนการเรียนรู้ตาม ขั้นการตรวจสอบ สมมติฐาน (Checking) มีความเหมาะสม และส่งเสริมให้นักเรียนเกิด กระบวนการคิดเชิง วิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
11. กระบวนการเรียนรู้ตาม ชั้นการลงข้อสรุป (Inferring) มีความเหมาะสมและส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด เชิงวิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12. กระบวนการเรียนรู้ตาม ชั้นการโต้แย้ง (Argumentation) มีความ เหมาะสมและส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิด เชิงวิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13. กิจกรรมการเรียนรู้มีความ หลากหลาย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม พัฒนาทักษะกระบวนการคิด เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเอง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
17. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีลำดับเป็นขั้นตอนเป็น ระบบ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19. กิจกรรมการเรียนรู้มีความ แปลกใหม่	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สามารถจัดได้มีความต่อเนื่อง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22. การกำหนดชิ้นงาน ภาระงาน/ มีความเหมาะสม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23. การกำหนดชิ้นงาน ภาระงาน/ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การ บวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ด้านสื่อการเรียนรู้						
25. วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมและหลากหลาย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28. สื่อการสอนดึงดูดความสนใจ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29. สื่อการสอนทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30. สื่อการสอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตาราง 13 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
5	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
8	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
9	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
14	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
15	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
17	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดการคิด
เชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการประเมิน
1	0.61	0.91	ผ่านเกณฑ์
2	0.46	0.92	ผ่านเกณฑ์
3	0.44	0.87	ผ่านเกณฑ์
4	0.57	0.81	ผ่านเกณฑ์
5	0.60	0.78	ผ่านเกณฑ์
6	0.46	0.91	ผ่านเกณฑ์
7	0.56	0.57	ผ่านเกณฑ์
8	0.45	0.90	ผ่านเกณฑ์
9	0.44	0.89	ผ่านเกณฑ์
10	0.52	0.98	ผ่านเกณฑ์
11	0.44	0.88	ผ่านเกณฑ์
12	0.32	0.68	ผ่านเกณฑ์
13	0.57	0.85	ผ่านเกณฑ์
14	0.35	0.71	ผ่านเกณฑ์
15	0.35	0.71	ผ่านเกณฑ์
16	0.44	0.88	ผ่านเกณฑ์
17	0.30	0.60	ผ่านเกณฑ์
18	0.31	0.62	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ *ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.71

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
5	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
8	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
9	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	1	0	1	0.67	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	1	1	1	0.67	ผ่านเกณฑ์
14	1	0	1	0.67	ผ่านเกณฑ์
15	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
17	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
19	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
20	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
21	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
22	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
23	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
24	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมินผ่านเกณฑ์
	1	2	3		
25	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
26	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
27	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
28	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
29	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
30	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์



ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน	ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน
1	0.37	0.43	ผ่าน	16	0.24	0.52	ผ่าน
2	0.79	0.51	ผ่าน	17	0.32	0.55	ผ่าน
3	0.68	0.57	ผ่าน	18	0.73	0.42	ผ่าน
4	0.42	0.39	ผ่าน	19	0.73	0.46	ผ่าน
5	0.76	0.43	ผ่าน	20	0.74	0.49	ผ่าน
6	0.21	0.44	ผ่าน	21	0.33	0.33	ผ่าน
7	0.26	0.45	ผ่าน	22	0.39	0.52	ผ่าน
8	0.32	0.29	ผ่าน	23	0.76	0.47	ผ่าน
9	0.76	0.43	ผ่าน	24	0.29	0.49	ผ่าน
10	0.29	0.49	ผ่าน	25	0.74	0.53	ผ่าน
11	0.76	0.35	ผ่าน	26	0.42	0.42	ผ่าน
12	0.32	0.27	ผ่าน	27	0.24	0.49	ผ่าน
13	0.39	0.44	ผ่าน	28	0.62	0.42	ผ่าน
14	0.73	0.46	ผ่าน	29	0.32	0.52	ผ่าน
15	0.36	0.43	ผ่าน	30	0.29	0.42	ผ่าน

หมายเหตุค่า *ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.89

ตาราง 17 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้นิรฐานเมต่ำเลเวล เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
1	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
5	0	1	1	0.67	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
8	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
9	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
14	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
15	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
17	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	1	1	0	0.67	ผ่านเกณฑ์
19	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
20	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
21	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
22	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
23	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
24	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
25	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3		
26	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
27	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
28	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
29	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์
30	1	1	1	1.00	ผ่านเกณฑ์



ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานเมต้าเลเวล

ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน	ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน
1	0.47	0.65	ผ่าน	16	0.52	0.70	ผ่าน
2	0.56	0.58	ผ่าน	17	0.47	0.65	ผ่าน
3	0.53	0.75	ผ่าน	18	0.36	0.72	ผ่าน
4	0.49	0.85	ผ่าน	19	0.46	0.66	ผ่าน
5	0.69	0.75	ผ่าน	20	0.51	0.57	ผ่าน
6	0.56	0.81	ผ่าน	21	0.64	0.54	ผ่าน
7	0.68	0.78	ผ่าน	22	0.56	0.74	ผ่าน
8	0.58	0.82	ผ่าน	23	0.58	0.67	ผ่าน
9	0.68	0.75	ผ่าน	24	0.32	0.79	ผ่าน
10	0.69	0.63	ผ่าน	25	0.45	0.86	ผ่าน
11	0.65	0.61	ผ่าน	26	0.53	0.51	ผ่าน
12	0.59	0.79	ผ่าน	27	0.72	0.68	ผ่าน
13	0.48	0.77	ผ่าน	28	0.67	0.72	ผ่าน
14	0.52	0.86	ผ่าน	29	0.53	0.62	ผ่าน
15	0.62	0.81	ผ่าน	30	0.66	0.52	ผ่าน

หมายเหตุค่า * ความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ 0.93

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสมรรถิ์ทางการเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ มีข้อสอบจำนวน 18 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ ลงในแบบทดสอบ ที่กำหนดให้
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ
4. ให้ส่งแบบทดสอบคืนกรรมการผู้ควบคุมห้องสอบทุกฉบับ

คำตอบของท่าน สงวนไว้เป็นความลับ ไม่มีผลต่อการเรียนของท่านแต่ประการใด
แต่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

สถานการณ์ที่ 1 คำถามที่ 1-6

เสื้อสีดำกับทะเลทราย

ในช่วงบ่ายวันหนึ่ง ไบซาว์นั่งดูรายการทีวีรายการหนึ่ง ได้นำเสนอเรื่องเกี่ยวกับทะเลทรายและการดำรงชีวิตของคนที่ย้ายอยู่ในบริเวณทะเลทราย ในระหว่างที่นั่งดูไบซาว์สังเกตเห็นว่าบุคคลส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าชุดสีดำในตอนกลางวันเป็นส่วนใหญ่และไม่มีสวมเสื้อสีอื่น ๆ ที่มีสีสันฉูดฉาดเลย มีสีขาวบางประปราย ทั้งที่บริเวณทะเลทรายมีอากาศร้อนในตอนกลางวันและการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำน่าจะไปเพิ่มความร้อนให้ร้อนขึ้นไปอีก

1. จากบทความ ถ้าไบซาว์จะทำการศึกษาในเรื่องนี้ ควรตั้งปัญหาอย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลของการได้มาซึ่งปัญหานี้ (คุณลักษณะของความสามารถในการระบุปัญหา)

แนวทางของปัญหา

.....

เหตุผล

.....

2. จากปัญหาในข้อ 1 ไบซาว์ควรจะกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเรื่องใดบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผลของการได้มาซึ่งประเด็นหรือแนวคิดเหล่านั้น (คุณลักษณะของความสามารถในการกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์) แนวทางของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์.

.....

เหตุผล

.....

3. ไบซาว์ จะตั้งสมมติฐานในปัญหานี้อย่างไร เพราะเหตุใด (คุณลักษณะของความสามารถในการตั้งสมมติฐาน)

แนวทางสมมติฐาน

.....

เหตุผล

.....

4. นักเรียนคิดว่าไบข้าวควรจะเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อจะตอบปัญหาข้อสงสัยได้ดีที่สุดพร้อมให้เหตุผลถึงการเลือกใช้วิธีการนั้น
(คุณลักษณะของความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน)

แนวทางวิธีการ

.....

เหตุผล.....

5. จากผลการตรวจสอบในข้อ 4 ถ้าข้อสรุปที่ได้คือการสวมเสื้อผ้าในชุดสีดำสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าเสื้อผ้าสีอื่นๆ ไบข้าวจะลงข้อสรุปอย่างไร (คุณลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล)

แนวทางวิธีการ

.....

เหตุผล.....

6. ไบข้าวจะนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากข้อ 5 อย่างไร

6.1 เพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตน ให้ผู้อื่นยอมรับโดยอ้างอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

6.2 ถ้าเพื่อนนำเสนอข้อสรุปที่แตกต่างจากข้อสรุปของไบข้าว เช่น เสื้อผ้าสีดำไม่น่าจะ

ดูดความร้อนได้ดีสังเกตได้จากเวลาที่เราสวมเสื้อสีดำไปเดินตากแดดแล้วรู้สึกได้ว่าร้อนมากกว่าสวมเสื้อสีอื่นๆ ไบข้าวจะประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนอย่างไรตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

(คุณลักษณะของความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์)

แนวทางวิธีการ

.....

เหตุผล.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสมรรถนะทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ มีข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างของตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด ในแต่ละข้อ
ของกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย = ทับข้อคำตอบ
เดิมในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	1	2	3	4
1	X			X

4. ห้ามขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ
5. ให้ส่งแบบทดสอบคืนกรรมการผู้ควบคุมห้องสอบทุกฉบับ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. อุณหภูมิ หมายถึงข้อใด

1. ปริมาณความร้อนในวัตถุ
2. ระดับความร้อนในวัตถุ
3. ความจุความร้อนในวัตถุ
4. ขนาดความร้อนในวัตถุ

2. การถ่ายโอนความร้อนจะหยุดเมื่อใด

1. เมื่ออุณหภูมิของวัตถุหนึ่งสูงขึ้นเพียงอย่างเดียว
2. เมื่ออุณหภูมิของวัตถุหนึ่งต่ำลงมากๆ เพียงอย่างเดียว
3. เมื่ออุณหภูมิของวัตถุหนึ่งเท่ากับอีกวัตถุหนึ่ง
4. ถูกทุกข้อ

3. การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจกยนต์เพื่อป้องกันแสงแดด เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนความร้อนในเรื่องใด

1. การนำความร้อน
2. การพาความร้อน
3. การแผ่รังสี
4. ป้องกันไม่ให้บุคคลที่อยู่ภายนอกมองเห็น

4. จากภาพการทดลอง เป็นการถ่ายโอนความร้อนของโลหะ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนของโลหะ

1. โมเลกุลของตัวกลางเคลื่อนที่
2. โมเลกุลของตัวกลางไม่เคลื่อนที่
3. การถ่ายโอนไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
4. โมเลกุลของตัวกลางถ่ายโอนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



การติดตั้งอุปกรณ์

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวชลฤทัย ทวีแสง
วันเดือนปีเกิด	19 พฤษภาคม 2525
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการการศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ 2547	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
พ.ศ. 2553	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2559	สำเร็จปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ