

กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21
เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

THE LEARNING PROCESS OF STEM EDUCATION INTEGRATING
INDIGENOUS KNOWLEDGE IN THE 21ST CENTURY IN TOPIC
“LANNA LANTERN” FOR IMPROVING PRIMARY SCHOOL
STUDENTS’ SCIENTIFIC COMPETENCY

อัญชลี สมฟองทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะ
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัย อัญชลี สมฟองทอง

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัย : อัญชลี สมฟองทอง

สาขาวิชา : การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา : วิทยาศาสตร์ทั่วไป

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และ 2) เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องละ 27 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้การศึกษา ประกอบด้วย แบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง แบบประเมินการเรียนรู้ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน – หลังเรียน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา 2 ระยะ ในระยะแรกทำการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อวิเคราะห์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน และระยะสุดท้ายเป็นการหาประสิทธิภาพของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 สังเกตและระบุปัญหาภูมิปัญญาท้องถิ่น (Observation : O) ขั้นที่ 2 ศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Related Information Search : R) ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze : A) และขั้นที่ 4 สรุปความรู้รวบยอดเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Concept : C) หรือ ORAC Model กระบวนการเรียนรู้ ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้สอดแทรกความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) รวมถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ในกระบวนการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน

2. กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพของแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ ขโดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 84.26 / 83.70 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80 / 80

3. ค่าดัชนีประสิทธิผลของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 0.6766 แสดงว่านักเรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้น 0.6766 คิดเป็นร้อยละ 67.66

คำสำคัญ : กระบวนการเรียนรู้, บูรณาการสะเต็มศึกษา, ภูมิปัญญาท้องถิ่น

The Title : The Learning Process of Stem Education Integrating
Indigenous Knowledge in the 21st Century in Topic
“Lanna Lantern” for Improving Primary School
Students’ Scientific Competency

The Author : Anchali Somfongtong

Program : Science Teaching

Study Field : General Science

Thesis Advisors

: Assistant Professor Dr. Panupat Chaiwon	Chairperson
: Assistant Professor Dr. Chatchai Kruea-in	Co – advisor

ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) create and determine the efficiency an integrated learning process of STEM education into indigenous knowledge in the 21st Century in a topic of “Lanna Lantern” in order to improve primary school students’ scientific competency; and 2) enhance scientific competence in interpreting data and applying the scientific testimony of students in the 21st century. The sample of this study was a classroom of 27 grade 6 students in the academic year 2020 at Ban Jang Ku Rueang School, Phrao District, Chiang Mai Province, under Office of Chiang Mai Primary Education Area 2, using a specific selection method. The tools used in the study consisted of a survey of learners’ learning behavior, 5 plans of integrated STEM education and indigenous knowledge learning management, totaling 12 hours, learning and interpreting data and scientific evidence assessment, and a pretest – posttest to interpret data and scientific evidence which was studied in 2 phases. In the first phase, the study of learning behaviors in science and technology subjects of grade 6 students were analyzed as a learning management process which was suitable for learners, and in the final stage was to determine the effectiveness of scientific competence in interpreting data and applying scientific testimony before and after class by using the learning process integrated STEM education into integrating indigenous knowledge

in the 21st Century in a topic of “Lanna Lantern” for the primary school students. The statistics used in the data analysis were mean, percentage, Effective Index (E.I).

The major findings were as follows:

1. The learning process integrated STEM education into indigenous knowledge in the 21st century on the topic of “Lanna Lantern” of primary school students consists of 4 steps; step 1 : Observation (O), step 2 : Related Information Search (R), step 3 : Analyze (A), and step 4 : Summarizing the Concept (C) which are ORAC Model. The learning process in all 4 steps includes knowledge of science, technology, engineering, and mathematics (STEM), comprising of indigenous knowledge in each step of the learning process.
2. The STEM learning and the indigenous knowledge efficiency E_1 / E_2 , obtained from the research questionnaire examined by research experts, was 84.26 / 83.70 which was above 80 / 80 set criterion.
3. The efficiency index of scientific competence in interpreting data and applying scientific evidence before and after learning, using the integrated learning process of STEM education into indigenous knowledge in the 21st century titled “Lanna Lantern” of grade 6 students was 0.7197, indicating that students’ performance increased by 0.6766 or 67.66 percent.

Keywords : Learning Process, Integrated STEM Education, Indigenous Knowledge

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ข้อคิดเห็น ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณครูรุ่งทิwa กาชัย คุณครูโสภณ สามแก้ว และคุณครูวราวุฒิ เพียรประกอบ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และโรงเรียนบ้านแจ่งคูเรือ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ สนับสนุนการวิจัยในเรื่องสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง ในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประโยชน์อันพึงได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ขอให้เป็นที่กตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนผู้เขียนหนังสือและบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำให้วิจัยครั้งนี้สำเร็จ ได้ด้วยดี และเป็นตัวอย่างในการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

อัญชลี สมฟองทอง

สารบัญ

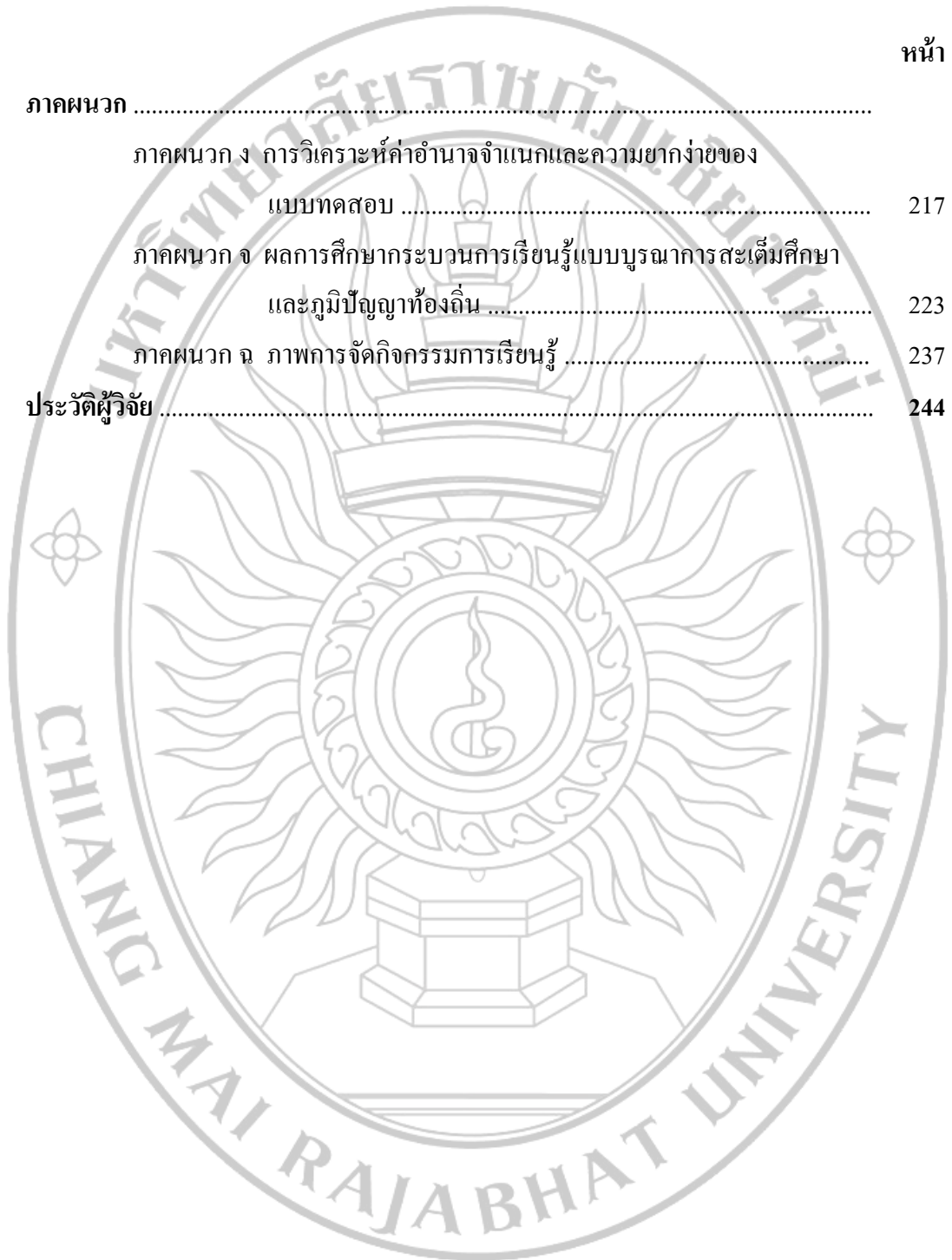
	หน้า
บทคัดย่อ	๗
ABSTRACT	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๑๑
สารบัญภาพ	๑๒
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
ข้อตกลงเบื้องต้น	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
กรอบแนวคิดการวิจัย	7
2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	10
การออกแบบกระบวนการเรียนรู้	18
แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้	26
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21	55
การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา	70
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA	73
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	79

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย 86
รูปแบบการวิจัย	86
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	87
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	87
การเก็บรวบรวมข้อมูล	88
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 98
ระยะที่ 1 การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถาม ความต้องการรูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	98
ระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญา ท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6	103
5	สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 108
สรุปผลการวิจัย	108
อภิปรายผล	110
ข้อเสนอแนะ	114
บรรณานุกรม	116
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการทำวิทยานิพนธ์	124
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	128
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของเครื่องมือจากการประเมินความสอดคล้อง IOC ของผู้เชี่ยวชาญ	193

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของ แบบทดสอบ	217
ภาคผนวก จ ผลการศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น	223
ภาคผนวก ฉ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	237
ประวัติผู้วิจัย	244



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 พฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	99
4.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหาวิชาของผู้เรียน จากการตอบ แบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	100
4.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน จากการตอบ แบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	100
4.4 พฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	101
4.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียน ระดับประถมศึกษาจากการประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E ₁)	104
4.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับประถมศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (E ₂)	105
4.7 ผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและ ภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	105
4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) การเรียนรู้ของสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับประถมศึกษา	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2.1	สมการการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม	31
2.2	กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	68
2.3	ตัวอย่างโคมหม่นล้านนา	72
2.4	กรอบการประเมินรู้ เรื่อง วิทยาศาสตร์ โดยศูนย์การประเมินผลนักเรียนร่วมกับ นานาชาติ (PISA) ปี ค.ศ. 2018	77
3.1	โคมผัด	91
4.1	กระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น (STEM _{ORAC}) ..	102
4.2	ประสิทธิผลของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	107

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นความก้าวหน้าด้านการวิจัย การประดิษฐ์คิดค้น นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในกิจการด้านต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคม อีกทั้งนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561, น. 8) ได้ระบุถึงการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า “การเรียนรู้ของเด็กไทยในวันนี้จึงต้องปรับเปลี่ยนเพื่อสร้างนักคิดที่มีทักษะ ความรู้ เท่าทันสังคมโลกที่เปลี่ยนไป สามารถใช้ความรู้เป็นประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพชีวิต การทำงาน รู้เท่าทันผลกระทบจากการพัฒนาสร้างนวัตกรรมและอาชีพที่แข่งขันได้ โดยสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน เป็นภูมิคุ้มกันในการใช้ชีวิตในโลกดิจิทัลอย่างมีความสุข” ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และด้วยประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) และเข้าร่วมกิจกรรมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000 โครงการดังกล่าวได้ประเมินสมรรถนะเยาวชนของประเทศสมาชิกที่มีอายุ 15 ปี ด้านการรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน

ปัจจุบันผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ช่วงปี ค.ศ. 2006 – 2018 มีผลการประเมินเฉลี่ย ดังนี้ ปี ค.ศ. 2006

มีคะแนนเฉลี่ย 421 คะแนน ปี ค.ศ. 2009 มีคะแนนเฉลี่ย 425 คะแนน ปี ค.ศ. 2012 มีคะแนนเฉลี่ย 444 คะแนน ปี ค.ศ. 2015 มีคะแนนเฉลี่ย 421 คะแนน และปี ค.ศ. 2018 มีคะแนนเฉลี่ย 426 คะแนน จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยนักเรียนไทยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยรวมไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ปี ค.ศ. 2015 กับโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ปี ค.ศ. 2018 พบว่า ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเพิ่มขึ้นประมาณ 3 คะแนน และ 4 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งการทดสอบทางสถิติถือว่า ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา ซึ่งความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต ประชากรจำเป็นต้องมีการพัฒนา และมีการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีสมรรถนะที่สำคัญ 3 ประการ ประการแรก คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และประเด็นที่สาม คือ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทั้งสามประการนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำไปปรับใช้ในการดำรงชีวิตในยุคดิจิทัล เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด การแก้ปัญหา ทักษะการทำงาน และการรู้เท่าทันสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทักษะด้านการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ความสามารถที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้และการคิดที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้เรียน สอดคล้องกับจินตนา ศรีบุญรัตน์ และวิสาข์ จิตวิตร (2558, น. 148 – 162) ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงในศตวรรษที่ 21 โดยเนื้อหาวิชาที่ไม่มากหรือนักเกินไป แต่สามารถเรียนรู้ได้หลากหลายวิชา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายวิชา ได้ลงมือปฏิบัติในการออกแบบนวัตกรรม หรือแก้ไขปัญหา คือ การเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 คือ สะเต็มศึกษา เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการ

บูรณาการศาสตร์ทั้งสี่ศาสตร์ ดังนี้ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) แพทย์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม โดยนักเรียนจะได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การสร้างสรรค์ ชิ้นงาน และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ จากสิ่งที่พบเห็นได้ เป็นการ จัด การเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงแค่การท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการ สร้างความเข้าใจการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและ การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ อีกทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับ ชีวิตประจำวันได้ ดังเช่น ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร (2562, น. 153 – 166) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียน มีทักษะ การแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เผชิญกับปัญหาด้วยตนเอง ทั้งสถานการณ์จริงและ สถานการณ์ที่จำลองที่กำหนดขึ้น มีกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อกำหนดปัญหา หาสาเหตุของ ปัญหา สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา และเสนอผลจากการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สุนิสา บางวิเศษ และประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2562, น. 184 – 195) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านการคิด วิเคราะห์ โดยผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาหาค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความร่วมมือในการเรียนด้วยความกระตือรือร้นและภาคภูมิใจในผลงานตนเอง ที่ได้ลงมือทำ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการเรียนรู้ ตามแนวทางของโครงการประเมินผล นักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยาน ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่นักเรียนควรมี เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี และปัจจุบัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดด สิ่งเหล่านี้เข้ามาอยู่ในวิถีชีวิต ทำให้นักเรียนหลงลืมบริบทของชุมชน จึงทำให้นักเรียนห่างไกลออกไปจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวหรือ ในชุมชน ส่งผลให้มีปัญหาท้องถิ่นต่าง ๆ ถูกหลงลืมหรือหายไป ดังนั้น จึงมีการนำภูมิปัญญา ท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา ซึ่งปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมและเริ่มห่างหายไป เนื่องการประดิษฐ์ที่ซับซ้อน จึงนำมาบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ทำผู้เรียนได้รับความรู้ที่ฝังแน่น ไม่ใช่การท่องจำ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเกิดความรักและหวงแหนภูมิ ปัญญาท้องถิ่น

การจัดการศึกษาที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนอย่างแท้จริงต้องเป็นการจัดการศึกษา โดยการนำภูมิปัญญาที่สอดคล้องเกื้อกูลต่อชีวิตจริงมาพัฒนาคุณภาพชีวิตเศรษฐกิจและสังคม ของแต่ละท้องถิ่นทำให้นักเรียนรู้จักและเข้าใจท้องถิ่นของตนเองอันจะก่อให้เกิดความรักความผูกพัน ความหวงแหนและความภาคภูมิใจในท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาท้องถิ่นของตน

ให้ยังยืนต่อไป สอดคล้องกับ ศรีวรรณ ฉัตรสุริยวงศ์ (2559, น. 132 – 144) ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการท้องถิ่นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์การสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาการประยุกต์ใช้ความรู้การบูรณาการความรู้การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังมีความรู้ความเข้าใจและเจตคติที่ดีต่อชุมชนที่ตนอาศัยนำความรู้จากภูมิปัญญาชาวบ้านมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นของเชียงใหม่ที่ปัจจุบันกำลังสูญหายไป คือ โคมหมุนล้านนา หรือโคมผัด คำว่า “ผัด” เป็นภาษาพื้นเมือง แปลว่า หมุนหรือเวียนไปรอบ ดังนั้น โคมผัดคือโคมที่มีลักษณะหมุนไปรอบ ๆ หรือเวียนไปรอบ ๆ ซึ่งโคมหมุนมี 2 ชั้น ชั้นในมีแกน ฝนจนเป็นลักษณะเข็ม ตั้งวางไว้ เมื่อจุดเทียน ความร้อนจากควันเทียน 2 เล่ม ทำให้อากาศร้อนลอยสูงขึ้น แรงควันจะดันพื้นที่ทำด้วยใบลาน ข้างบนหมุนตรงแกนให้หมุนไปเหมือนพัดลมอย่างช้า ๆ อากาศเย็นจะเวียนเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดเป็นกระแสอากาศเบา ๆ พัดให้โคมหมุนไปรอบ และมีลวดลาย หลากหลายแปะติดกระดาษรอบ ๆ โคมทรงกระบอกนั้น เวลาหมุนลวดลายจะปรากฏที่ชั้นนอกหรือเงาสะท้อนที่โคม คล้ายหนังตะลุงลวดลายโดยมากจะเป็นรูป สิบสองราศี หรือสิบสองนักษัตร ได้แก่ คนไถนา วัวควาย คนหาบน้ำ คนหาบฟาง ชนไก่ ชกมวย เป็นต้น โคมที่ติดรูปภาพต่าง ๆ หมุนไปเกิดการสะท้อนของภาพไปตกอยู่ที่ตัวโคม ซึ่งเป็นฉากทำให้เกิดความสวยงาม โคมผัดจะตั้งไว้เป็นที่ ไม่มีการเคลื่อนย้าย เป็นโคมที่ต้องทำด้วยความค่อนข้างยาก เพราะต้องทำด้วยความละเอียดลออ และประณีตอย่างมาก โคมเหล่านี้กำลังจะสูญหายไป หากไม่ช่วยกันอนุรักษ์ไว้

ดังนั้น จากปัญหาที่พบข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เนื่องจากพบว่านักเรียนมีผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ส่งผลต่อผู้เรียนในการเรียนรู้ในเนื้อหาต่อไปที่มีความซับซ้อนขึ้น และเพื่อให้ผู้เรียนได้อนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษางานวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการพัฒนาผลการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา
2. นักวิจัยได้พัฒนาการทำวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน รวมทั้งพัฒนาตนเองในการทำวิจัยด้วยกระบวนการที่ถูกต้อง
3. สถานศึกษาได้ร่วมกับนักศึกษาเป็นนักวิจัยเพื่อบริการวิชาการแก่สังคมด้านการพัฒนาผลการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา
4. อาจารย์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการศึกษา ในด้านการยกระดับผลการเรียนรู้ และพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ แก่ชุมชนและผู้สนใจที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา
5. ชุมชน ได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับการประดิษฐ์โคมล้านนา เพื่อการการสืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่น ให้คนในสังคมได้รับรู้ เกิดความเข้าใจ ตระหนักในคุณค่า และคุณประโยชน์

สมมติฐานการวิจัย

1. กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 116 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 27 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เหตุผลที่เลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 เนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูประจำชั้น เพื่อความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกชั่วโมงเรียน อีกทั้งเป็นห้องเรียนที่มีนักเรียนที่ความสามารถ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ลมและเงา ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการประดิษฐ์โคมล้านนา

ขอบเขตด้านพื้นที่

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2

ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

ข้อตกลงเบื้องต้น

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวน 5 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 116 คน ในจำนวนนี้แบ่งเป็นห้องเรียนพิเศษ คือ นักเรียนมีผลการเรียนดีเยี่ยมที่มีความสามารถพิเศษด้านภาษา และด้านวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 55 คน และห้องเรียนปกติ คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดีเยี่ยม ดี ปานกลาง และต่ำ 3 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 61 คน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนในห้องเรียนพิเศษ จำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 27 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ หมายถึง การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จากกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

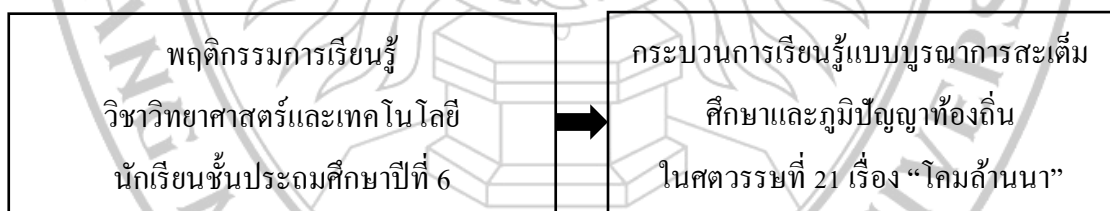
2. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น โดยนำเอาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ลม และเงา บูรณาการเข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่อง “โคมล้านนา” ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้จำนวน 1 หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง

3. ภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา หมายถึง องค์ความรู้ที่สืบทอดต่อกันมา ใช้ประโยชน์ในการให้แสงสว่างและเป็นสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม ซึ่งเป็นโคมดั้งโตะที่สามารถหมุนได้ โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ

4. การยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้เกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแก้ไขปัญหาได้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิดการวิจัย

ระยะที่ 1



ระยะที่ 2



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 หลักการ
 - 1.2 จุดหมาย
 - 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การออกแบบกระบวนการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้
 - 2.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้
 - 2.5 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ดี
 - 2.6 กระบวนการเรียนรู้
3. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้
 - 3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist)
 - 3.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 3.3 การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)
4. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
 - 4.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
 - 4.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 4.3 มุมมองการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

- 4.4 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 4.5 เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
- 4.6 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
- 4.7 แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
- 4.8 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษา
- 4.9 การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา
- 4.10 ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 4.11 ทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21
- 4.12 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- 4.13 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
5. การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา
 - 5.1 ความหมายภูมิปัญญาท้องถิ่น
 - 5.2 ลักษณะของภูมิปัญญาท้องถิ่น
 - 5.3 แนวคิดการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 5.4 โคมหมุนล้านนา
6. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA
 - 6.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 6.3 ระดับการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 6.4 สถานการณ์การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการเรียนรู้
 - 7.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
 - 7.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการภูมิปัญญา

ท้องถิ่น

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มีเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน พัฒนาเศรษฐกิจและสังคม พัฒนาประเทศ พื้นฐานในการดำรงชีวิต การพัฒนาสมรรถนะและทักษะกระบวนการ จัดการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้ให้รายละเอียดแนวดำเนินการหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลักการ

หลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่น ทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมาย

จุดหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2.2 ซื่อสัตย์ สุจริต
- 2.3 มีวินัย
- 2.4 ใฝ่เรียนรู้
- 2.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 2.7 รักความเป็นไทย
- 2.8 มีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผล

ที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 1.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 1.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 1.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 1.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

- 1.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- 1.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลง ของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
- 1.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.4 เทคโนโลยี

1.4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

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

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

4. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน เมื่อสำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

4.1 เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

4.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

4.3 เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาว

เคราะห์และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการ และประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

4.4 เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

4.5 ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกันเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

4.6 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

4.7 วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

4.8 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

4.9 แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ งานบรรลุเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

4.10 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

4.11 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

5. ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง

การทำการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องของลมและเงา ซึ่งตรงกับตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

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

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. 6	7. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์	เมื่อนำวัตถุทึบแสงมาบังแสงจะเกิดเงาบนฉากรับแสงที่อยู่ด้านหลังวัตถุ
	8. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว	โดยเงามีรูปร่างคล้ายวัตถุที่ทำให้เกิดเงา เงามัวเป็นบริเวณที่มีแสงบางส่วนตกลงบนฉาก ส่วนเงามืดเป็นบริเวณที่ไม่มีแสงตกลงบนฉากเลย

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป. 6	4. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุมรวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากแบบจำลอง	ลมบก ลมทะเลและมรสุมเกิดจากพื้นดินและพื้นน้ำ ร้อนและเย็นไม่เท่ากัน ทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำแตกต่างกัน จึงเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ลมบกและลมทะเลเป็นลมประจำถิ่นที่พบบริเวณชายฝั่ง โดยลมบกเกิดในเวลากลางวัน ทำให้มีลมพัดจาก

ชั้น

ตัววัด

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ชายฝั่งไปสู่ทะเล ส่วนลมทะเลเกิดในเวลากลางวัน ทำให้มีลมพัดจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่ง

5. อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้

มรสุมเป็นลมประจำฤดูเกิดบริเวณเขตร้อนของโลก ซึ่งเป็นบริเวณกว้างระดับภูมิภาคประเทศไทยได้รับผลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงประมาณกลางเดือนตุลาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ทำให้เกิดฤดูหนาวและได้รับผลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงกลางเดือนตุลาคมทำให้เกิดฤดูฝน ส่วนช่วงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคมเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุมและประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรแสงอาทิตย์ เกือบตั้งตรงและตั้งตรงประเทศไทยในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์อย่างเต็มที่ อากาศจึงร้อนอบอ้าวทำให้เกิดฤดูร้อน

การออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ไม่ใช่เป็นเพียงการถ่ายทอดเนื้อหาวิชา โดยใช้วิธีการบอกให้จดจำและนำไปท่องจำเพื่อการสอบเท่านั้น แต่การจัดการเรียนรู้เป็นศาสตร์อย่างหนึ่ง ซึ่งมีความหมายลึกซึ้งกว่านั้น กล่าวคือ วิธีการใดก็ตามที่ผู้สอนนำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เรียกได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ในทัศนะต่าง ๆ ดังนี้

สุมณ อมรวิวัฒน์ (2533, น. 460) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่มีสิ่งต่อไปนี้จะเกิดขึ้น ได้แก่

1. มีความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม
2. ความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์นั้นก่อให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่
3. ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ใหม่นั้นไปใช้ได้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช (2542, น. 255) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบระเบียบครอบคลุมการดำเนินงาน ตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผล และดันแคน (Hough & Duncan, 1970, p. 144) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ ว่าหมายถึง กิจกรรมของบุคคลซึ่งมีหลักและเหตุผล เป็นกิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้และความผาสุก ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงเป็น กิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การศึกษาจุดมุ่งหมายของการศึกษาความเข้าใจ ในจุดประสงค์รายวิชาและการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนการเลือกเนื้อหา ได้เหมาะสมสอดคล้องกับท้องถิ่น
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) หมายถึง การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้
3. ด้านการวัดผล (Measuring) หมายถึง การเลือกวิธีการวัดผลที่เหมาะสมและสามารถวิเคราะห์ผลได้
4. ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการ ประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้

กู๊ด (Good, 1973, p. 588) ได้อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ การกระทำอันเป็นการอบรมสั่งสอนผู้เรียนในสถาบันการศึกษา

ฮิลล์ (Hills, 1982, p. 266) ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนรู้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการให้การศึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

มัวร์ (Moore, 1992, p. 4) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ พฤติกรรมของบุคคลหนึ่งที่พยายามช่วยให้บุคคลอื่นได้เกิดการพัฒนาตนในทุกด้านอย่างเต็ม ศักยภาพ

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่อาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยส่งเสริมให้ผู้เรียน

เกิดทักษะ กระบวนการด้านต่าง ๆ ในการพัฒนาตนในทุกด้านอย่างเต็มศักยภาพ ทั้งด้านสติปัญญา อารมณ์ และสังคม

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ ตั้งใจเรียนและเกิดการเรียนรู้ขึ้น การเรียนของผู้เรียนจะไปสู่จุดหมายปลายทาง คือ ความสำเร็จในชีวิตหรือไม่เพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับจัดการเรียนรู้ที่ดีของผู้สอน หรือผู้สอนด้วยเช่นกันหากผู้สอนรู้จักเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีและเหมาะสมแล้ว ย่อมจะมีผลดีต่อการเรียนของผู้เรียน ดังนี้

1. มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชา หรือกิจกรรมที่เรียนรู้
2. เกิดทักษะหรือมีความชำนาญใน เนื้อหาวิชา หรือกิจกรรมที่เรียนรู้
3. เกิดทัศนคติที่ดีต่อสิ่งที่เรียน
4. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
5. สามารถนำความรู้ไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมต่อไปอีกได้

ดังนั้น การที่ผู้สอนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญานั้น การส่งเสริมที่ดีที่สุด ก็คือ การให้การศึกษา ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญในการให้การศึกษาแก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก (มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2553, น. 3)

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้น ทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่
 - 2.1 ด้านความรู้ความคิด หรือด้านพุทธิพิสัย
 - 2.2 ด้านทักษะกระบวนการ หรือด้านทักษะพิสัย
 - 2.3 ด้านเจตคติ หรือด้านจิตพิสัย
3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน หมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่ขึ้นต้องอาศัยความรู้ความสามารถของผู้สอนทั้งด้านวิชาการ (ศาสตร์) ทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) เป็นสำคัญ

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนจำเป็นจะต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการเพื่อนำมาช่วยเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของตนและการเรียนรู้ของผู้เรียนการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใดก็ตามขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ผู้เรียน
2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน

ถ้าองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ดำเนินไปได้ด้วยดีจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างมาก องค์ประกอบดังกล่าวมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และจิตใจ ความต้องการพื้นฐานเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึง และจะละเลยไม่ได้
2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ผู้สอนเป็นส่วนที่สำคัญและเป็นส่วนหนึ่งที่จะกำหนดบรรยากาศในชั้นเรียนให้ เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการ ความเป็นประชาธิปไตย ความเคร่งเครียด ความขี้ขลาดของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนด แต่ถึงกระนั้นก็ตามบรรยากาศในชั้นเรียนยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีก นอกเหนือไปจากตัวผู้สอน คือ ผู้เรียนเข้าชั้นเรียนโดยไม่ได้รับประทานอาหารเช้า หรืออาหารกลางวัน ผู้เรียนเริ่มเรียนชั่วโมงแรกด้วยความรู้สึกหิว หรือบางครั้งผู้เรียนได้รับสิ่งกระทบกระเทือนใจติดตามมาเนื่องจากความไม่ปรองดองในครอบครัว เป็นต้น ส่วนทางด้านตัวผู้สอนนั้นอาจจะมีคามกดดันจากฝ่ายบริหาร หรือจากครอบครัว เศรษฐกิจ อาหารเช้าง่อนมาสถานศึกษาของผู้สอนมีเพียงน้ำแก้วนึ่งเท่านั้น สิ่งที่น่ามาก่อนเหล่านี้ เกิดขึ้นก่อนที่ผู้สอนและผู้เรียนจะมาพบกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่จะบ่งบอกได้ว่าบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้จะปรากฏออกมาในรูปแบบใด
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนจะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์ว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จ หรือความล้มเหลวต่อการเรียนรู้ ผู้สอนควรจะคิดถึงผู้เรียนในฐานะเป็นบุคคลหนึ่ง ผู้เรียนมีสิทธิที่จะได้รับความต้องการพื้นฐาน และผู้สอนจะต้องหากลวิธีที่จะตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และผู้สอนควรจะฝึกให้มีความรู้สึกไวต่อความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน เพื่อความสำเร็จแห่งการเรียนรู้และการเจริญเติบโตเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ต่อไป

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ดี

ผู้สอนที่ดีทุกคนย่อมมีความรับผิดชอบในหน้าที่ในด้านการจัดการเรียนรู้และการอบรมผู้เรียนให้เป็นสมาชิกที่ดีของชุมชนและชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553, น. 7 – 9) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องมีหลักในการยึด ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดอยู่เสมอ โดยการซักถามหรือให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ สำหรับผู้เรียนในระดับต่าง ๆ เพื่อจะได้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล คิดเปรียบเทียบ และคิดพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงให้มากที่สุดด้วยการเรียน โดยการกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing)
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม (Group Working) โดยมีการปรึกษาหารือกันในกลุ่มแบ่งงานกันทำด้วยความร่วมมือกันและประนีผลรวมกัน
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้นั้นเกิดความยืดหยุ่น น่าสนใจ และไม่น่าเบื่อโดยการนำเอาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ มาดัดแปลงใช้ในการจัดการเรียนรู้
6. มีการเตรียมการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า เพื่อที่ผู้สอนจะได้ทราบว่าสอนอย่างไรบ้างตามลำดับขั้น และยังช่วยให้ผู้สอนพร้อมที่จะสอนด้วยความมั่นใจ
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และคิดหาเหตุผลความเป็นมาของสิ่งที่เรียน และมีการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
8. มีการประเมินผลอยู่ตลอดเวลา เน้นการประเมินตามสภาพจริง ประเมินตามความรู้ความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริง เพื่อให้แน่ใจว่าการจัดการเรียนรู้ได้ผลตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ เพียงใด
9. มีสื่อการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสนใจและเข้าใจบทเรียน เช่น ของจริง รูปภาพ หุ่นจำลอง แผนภูมิ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิดีทัศน์ ฐานข้อมูลการเรียนรู้ เว็บไซต์ และสื่อทัศนูปกรณ์อื่น ๆ
10. มีการจูงใจในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เช่น การให้รางวัล การชมเชย การลงโทษ การติเตียน การให้คะแนน การสอบ การแข่งขัน การปรบมือให้เกียรติ เป็นต้น มาใช้เป็นสิ่งกระตุ้นและชี้แนวทางเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตั้งใจ ขยันหมั่นเพียรในการเรียนการทำกิจกรรมมากขึ้น
11. มีกิจกรรมให้ผู้เรียนทำหลายอย่างเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนานในการเรียน

12. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามในทุกด้านทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

13. ส่งเสริมความสัมพันธ์หรือการบูรณาการระหว่างวิชาที่เรียนกับวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตร เช่น สอนภาษาไทยก็สอนให้สัมพันธ์กับสังคมศึกษา ศิลปะศึกษา ดนตรี และนาฏศิลป์ เป็นต้น

14. มีการสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะแก่การเรียนรู้ตามบทเรียนที่สอนทั้งในแง่ของสิ่งแวดล้อมและอารมณ์ของผู้เรียน

15. สอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child – centered) ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เอง ผู้สอนจะเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำในการทำกิจกรรม

16. สอนโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ให้มากที่สุด

17. สอนตามกฎแห่งการเรียนรู้โดยจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

18. สอนโดยส่งเสริมการดำเนินชีวิตตามแบบประชาธิปไตย โดยสามารถแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพความคิดเห็นของผู้อื่น อีกทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการวางแผนงานร่วมกับผู้สอน

กระบวนการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) หมายถึง ขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ ดังที่ ทิศนา ขัมมณี (2548, น. 10) กล่าวถึง กระบวนการเรียนรู้ว่ากระบวนการเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มนุษย์ได้มีศักยภาพในการพัฒนาความสามารถเพื่อการดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงและพึ่งพาตนเองได้ กระบวนการเรียนรู้คือกระบวนการอันมีรากฐานที่มีประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น ซึ่งไม่ได้แยกแยะระหว่างการเรียนรู้กับวิถีชีวิต การรู้การปฏิบัติ เนื้อหา และกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นหนึ่งเดียว

1. กระบวนการเรียนรู้ที่ดี

ทิศนา ขัมมณี (2548, น. 11 – 12) กล่าวถึง การเรียนรู้ที่ดีเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา หรือกระบวนการทางสมอง (Cognitive Process) ซึ่งบุคคลใช้ในการสร้างความเข้าใจ หรือการสร้างความหมายของสิ่งต่าง ๆ ให้แก่ตนเอง ดังนั้น กระบวนการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการของการจัดการทำ (Active – on) ต่อข้อมูลและประสบการณ์ มิใช่เพียงการรับข้อมูล (Taking – in) ข้อมูลหรือประสบการณ์เท่านั้น

1.2 การเรียนรู้เป็นงานเฉพาะตนหรือเป็นประสบการณ์ส่วนตัว (Personal Experience) ที่ไม่มีผู้ใดเรียนรู้หรือทำแทนกันได้

1.3 การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม (Social Process) เนื่องจากบุคคลอยู่ในสังคมซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อตนเอง การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจึงสามารถกระตุ้นการเรียนรู้และขยายขอบเขตของความรู้ด้วย

1.4 การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ทั้งการคิดและการกระทำการ ปฏิบัติการแก้ปัญหาและการศึกษาวิจัยต่าง ๆ

1.5 การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตื่นตัว สนุก (Active and Enjoyable) และทำให้ผู้เรียนรู้สึกผูกพันและเกิดความใฝ่รู้การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นำมาซึ่งความสนุกสนานหรือท้าทายให้ใฝ่รู้สู่สิ่งยาก

1.6 การเรียนรู้อาศัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (Nurturing Environment) สามารถเลือกอำนวยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ได้ดี

1.7 การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ทั้งในโรงเรียน ครอบครัวและชุมชน

1.8 การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลง (Change) กล่าวคือ การเรียนรู้จะส่งผลต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเอง ทั้งทางด้านเจตคติ ความรู้สึก ความคิดและการกระทำเพื่อการดำรงชีวิตอย่างปกติสุขและความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

1.9 การเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต (Lifelong process) บุคคลจำเป็นต้องเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อการพัฒนาชีวิตจิตใจของตนเองการสร้างวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นกระบวนการที่ยั่งยืนช่วยให้บุคคลและสังคมมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

1.10 หากผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ดีเกิดขึ้น กล่าวคือมีขั้นตอนและวิธีการในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนและสาระการเรียนรู้ ก็จะช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี คือ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติที่ต้องการ (ทิสนา แคมมณี, 2548, น. 11 – 12)

2. วิธีการในการจัดกระบวนการเรียนรู้

การกระบวนการเรียนรู้มีวิธีการจัดได้หลายรูปแบบ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ดังที่ ทิสนา แคมมณี (2548, น. 71 – 101) ได้แนะนำรูปแบบที่สำคัญ ได้แก่

2.1 การบรรยาย (Lecture) เป็นการนำเสนอข้อมูลให้แนวคิดในการให้ความรู้พื้นฐานและการให้ข้อมูลอย่างกว้าง ๆ การบรรยายนี้อาจใช้ร่วมกับวิธีการและกิจกรรมอื่น ๆ โดยใช้ก่อนการอภิปรายกลุ่มใช้ในการแนะนำหัวข้อวิชา หรือใช้เพื่อการทบทวน สรุปเนื้อหาสำคัญในช่วงท้ายของกิจกรรม และการบรรยายประกอบสื่อต่าง ๆ เช่น สื่อสไลด์ รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น

โดยทั่วไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมจะให้การบรรยายประกอบกับวิธีการอื่น ๆ โดยเน้นให้เกิดการแลกเปลี่ยน และการระดมการมีส่วนร่วมก่อนที่จะให้การบรรยายเพื่อสรุปหรือเพิ่มเติมเนื้อหาสำคัญ

2.2 การอภิปรายกลุ่ม (Group Discussion) คือ การประชุมพิจารณาหรืออภิปรายการระหว่างสมาชิกทุกคน โดยใช้เป็นประชุมกลุ่มใหญ่ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่สนใจร่วมกันหรือเป็นประโยชน์ร่วมกันโดยการประชุมมีลักษณะเป็นแบบกันเองไม่เป็นทางการเพื่อแสวงหาข้อยุติของกลุ่มในเรื่องที่อภิปรายกันนั้น

2.3 การแลกเปลี่ยนในกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) การมีส่วนร่วมเป็นพื้นฐานของการแลกเปลี่ยนในกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มย่อยทุกคนมีโอกาสที่จะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความคิดเห็นและแนวการจัดการแลกเปลี่ยนในกลุ่มย่อย ถ้าจะให้ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องดำเนินการให้ชัดเจนว่าในกลุ่มย่อยเพื่ออะไรในเรื่องอะไร

2.4 การระดมสมอง (Brainstorming) การระดมความคิดเป็นเทคนิคการประชุมกลุ่มที่เน้นถึงการคิดสร้างสรรค์มากกว่าการปฏิบัติใช้สำหรับการประชุมระยะเวลาสั้น ๆ ที่ต้องการให้สมาชิกทุกคนแสดงความคิดเห็นออกมาหรือใช้สำหรับการประชุมเพื่อแก้ปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะ (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา, 2542, น. 22) ในการระดมสมองทุกคนในกลุ่มก็จะถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ รวมทั้ง “ทางออก” หลาย ๆ ทาง โดยปกติความคิดเห็นเหล่านี้ก็จะได้รับการบันทึกลงแผ่นพลิกหรือกระดานดำจะไม่มีกรขอมให้มีการอภิปรายประเมินความคิดเห็นเหล่านั้น จนกระทั่งทุกคนได้แสดงความคิดเห็นออกมาหมดแล้ว ก็ระดมสมองก่อให้เกิดบรรยากาศ “ความปลอดภัยทางจิตวิทยา” ซึ่งคนจะรู้สึกปราศจากความกลัวที่จะมีผู้มาตัดสินความคิดของเขาและสิ่งเหล่านี้ช่วยให้กลุ่ม “แหวกวงล้อม” ของทางเลือกที่เห็นได้ชัดและสร้างให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น (วันชัย วัฒนศัพท์, 2545, น. 233 – 234)

2.5 การสาธิต (Demonstration) หมายถึง การแสดงให้เห็นให้ผู้เข้าร่วมได้เห็นกระบวนการหรือการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างถูกต้องเป็นการแสดงให้เห็นให้ผู้เข้าร่วมได้เห็นความจริง ซึ่งอาจเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนของการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือทดลองต่าง ๆ เป็นต้น โดยทั่วไปการสาธิตนี้จะใช้ร่วมกับวิธีการอื่นเช่น การบรรยาย การฝึกปฏิบัติ การอภิปราย เป็นต้น

2.6 การแสดงบทบาทสมมุติ (Role Play) หมายถึง การแสดงบทบาทสมมุติเป็นวิธีการของการจัดกระบวนการเรียนรู้อีกแบบหนึ่งที่มีส่วนช่วยให้ผู้เข้าร่วมได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อให้เห็นจริงในสิ่งที่อธิบายได้ยากให้เข้าใจได้ด้วยการบอกเล่าหรือเพียงแต่อภิปรายกันธรรมดาการแสดงบทบาทสมมุติจะช่วยให้ทางผู้แสดง และผู้สังเกตการแสดงทราบถึงผลที่อาจเกิดขึ้นจากพฤติกรรมที่แต่ละบุคคลแสดงออกจากหัวข้อเรื่องที่หยิบยกขึ้นมาแสดงให้อย่างกระจ่าง

การแสดงนั้นอาจแสดงหรือผูกเรื่องขึ้น โดยผู้จัดกระบวนการเรียนรู้หรือผู้เข้าร่วมก็ได้ แต่ในการแสดงจะกำหนดบทบาทและเหตุการณ์ไว้ไม่ละเอียดเหมือนการแสดงละคร โดยการกำหนดโครงเรื่องให้ทราบเพียงคร่าว ๆ แล้วผู้แสดงคิดคำพูดไปตามโครงเรื่อง แม้ตามบทบาทที่ตนเองแสดงออก ผู้แสดงจึงแสดงออกในความรู้สึกความคิดและใช้ปฏิกิริยาของตนเองต่อเหตุการณ์นั้น ๆ การแสดงบทบาทสมมุตินี้จึงเหมาะสำหรับผู้เข้าร่วมที่มีทักษะทางการแสดงออกและมีวุฒิภาวะเพียงพอที่จะวิเคราะห์ตรวจสอบแก้ปัญหา

2.7 กรณีศึกษา (Case Study) การใช้กรณีศึกษาเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของบุคคล กลุ่ม และองค์กรในการเล่าสู่กันฟังหรือการจัดทำเป็นกรณีศึกษาที่เขียนไว้แล้วก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นกับแต่ละเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

2.8 การศึกษาดูงาน (Field Trip/Study Tour) คือ การศึกษาเรียนรู้และแสวงหาประสบการณ์ในการทำกิจกรรมอย่างเป็นรูปธรรมโดยวิธีการเดินทางไปยังแหล่งหรือสถานที่ที่สามารถเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจได้โดยวิธีการดูให้เห็นกับตา และสามารถสัมผัสจับต้องของจริงได้

2.9 การใช้สื่อ (Media Using) สื่อนอกจากจะช่วยให้เข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นรวดเร็วขึ้นแล้ว ยังเป็นตัวสร้างแรงจูงใจกระตุ้นให้เกิดความสนใจ รวมทั้งการเข้ามามีส่วนร่วมและอยู่ในความทรงจำได้นานอีกด้วย เช่น รูปภาพ โปสเตอร์ สไลด์ วิดีโอ เป็นต้น เมื่อได้ดูก็จะเกิดความสนใจอยากจะรู้ อยากจะเห็น อยากจะค้นหามีเรื่องราวอะไรอยู่ในนั้นบ้าง ขณะเดียวกันก็จะเกิดจินตนาการเกิดความเปรียบเทียบเมื่อได้ฟัง หรืออ่านคำอธิบายก็จะเกิดความคิดคล้อยตามและในท้ายที่สุดก็จะดูความเป็นไปได้ตลอดจนปัญหาอุปสรรคหากตนเองสนใจจะทำ อาจจะก่อให้เกิดประเด็นการพูดคุยภายหลังการใช้สื่อ

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ไพจิตร สดวกการ, 2543, น. 47) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้มีพัฒนาการจากปรัชญาปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ของจอห์น ดิวอี้ และวิลเลียม เจมส์ (John Dewey & William James) ในต้นปีคริสต์ศตวรรษที่ 20 และการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์เกี่ยวกับวิธีการหาความรู้ในปรัชญาวิทยาศาสตร์ (Philosophy of Science) นำโดย ป็อบเปอร์และเฟयरแบนด์ (Popper & Feyerabend) ในครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 20 จากการบุกเบิกของนักจิตวิทยาคนสำคัญ ๆ เช่น เพียเจต์ (Piaget) ออซูเบล (Ausubel) และเคลลี (Kelly) และพัฒนาต่อมา โดยมีนักการศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ เช่น ไดรเวอร์ (Driver) เบล (Bell) คามิ (Kamil)

นอดดิงส์ (Noddings) วอน เกลเซอร์สเฟลด์ (Von Glasersfeld) เฮนเดอร์สัน (Henderson) และ อันเดอร์ฮิลล์ (Underhill) เป็นต้น

เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, น. 38) สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือกระทำ (Active Process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล
2. ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละคนจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบทำเนียมประเพณีและประสบการณ์ของผู้เรียน จะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่หรือการเรียนรู้ขึ้นเอง

กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีความเชื่อว่า

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบ เห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า สกีม่า (Schema) ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญา หรือโครงสร้างของความรู้ในสมอง โครงสร้างทางปัญญานี้ ประกอบด้วย ความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ภาษาหรือเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์หรือเหตุการณ์อาจเป็นความเข้าใจหรือความรู้ของแต่ละบุคคล

2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้น เป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้

แนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือของ เพียเจต์ (Jean Piaget) ชาวลวิสเซอร์แลนด์ และเลฟ วิกอสกี (Lev Vygotsky) ชาวรัสเซีย (สุมาลีชัยเจริญ, 2551) แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) มีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist) มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่

ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผลเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิสเซอร์แลนด์ คือ ชอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ทฤษฎีของเพียเจต์ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และลำดับขั้น (Stages) ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่าเด็กจะสามารถหรือไม่สามารถเข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกันและทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่า ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive Abilities) ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าว เพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการทางกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) ทางด้านการเรียนการสอนนั้นมีแนวคิดที่มนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีม (Schemas) เมนทอลโมเดล (Mental Model) ในสมองสกีมเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้ โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

2. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากวิกอสกี (Vygotsky) ได้เน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social Context Learning) ทฤษฎีพุทธิปัญญาของเพียเจต์ที่ใช้กันมาเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) ซึ่งผู้สอนมีบทบาทค่อนข้างจำกัด ส่วนทฤษฎีของวิกอสกีเปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียนที่อาวุโสกว่าแสดงบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียนจากข้อมูลดังกล่าว พบว่า กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) อาจมีส่วนคล้ายคลึงกันและแตกต่าง กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) ของวิกอสกีจะเปิดโอกาสที่จะมีส่วนร่วมและเกี่ยวข้องกับครูผู้สอนมากกว่าสำหรับทฤษฎีของวิกอสกี ซึ่งเชื่อว่าวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าวได้มี การกำหนด รูปแบบ และอัตราการพัฒนา มากกว่าที่กำหนดไว้ในทฤษฎีของเพียเจต์ โดยเชื่อว่า ผู้ใหญ่ หรือผู้ที่มีความอาวุโส เช่น พ่อ แม่ และครูจะเป็นเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมถึง ภาษา เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ ได้แก่ ประวัติศาสตร์วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษาทุกวันนี้ รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

องค์ประกอบการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, น. 46) ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนสร้างความหมายของสิ่งที่ได้พบเห็น รับรู้ โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองที่เรียนรู้และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม โดยจะใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนเหตุการณ์

2. โครงสร้างทางปัญญาเกิดจากความพยายามทางความคิดหาการใช้ความรู้เดิม คาดคะเนเหตุการณ์ได้ถูกต้องจะทำโครงสร้างทางปัญญานั้นคงยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากคาดคะเนไม่ถูกต้อง จะเกิดภาวะที่เรียกว่าภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) และเมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้นผู้เรียนมีทางเลือก 3 ทาง คือ

2.1 ไม่ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง

2.2 ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาไปในทางที่การคาดเดานั้นให้เป็นไปตามประสบการณ์มากขึ้น

2.3 ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ

3. โครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ยากแม้ว่าจะมีหลักฐานจากการสังเกตที่ขัดแย้งกับโครงสร้างนั้น

สรุปได้ว่า ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้เรียนเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และบุคคลจะเรียนรู้ได้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมต่าง มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์การเดิม เข้ากับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และสามารถนำองค์ความรู้นั้นไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. การออกแบบการสอนที่มีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

กลุ่มทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้เป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น คอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสม ของแต่ละบุคคล และสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ ซึ่งปรากฏแนวคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการสร้างความรู้หรือการเรียนรู้ ทั้งนี้ เนื่องจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญ ซึ่งปรากฏจากรายงานของจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ ของ เพียเจต์ (Jean Piaget) ชาวสวิสเซอร์แลนด์ และเลฟ วิกอสกี (Lev Vygotsky) ชาวรัสเซีย ซึ่งในการออกแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะอาศัยพื้นฐานจากทั้งสองแนวคิดนี้เป็นรากฐานสำคัญ (สุมาลีชัยเจริญ, 2551, น. 108)

การนำทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติประสบการณ์ตรง การลองผิดลองถูก ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดูดซึมและการปรับเปลี่ยนของข้อมูล วิธีการที่

สารสนเทศถูกนำเสนอเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อสารสนเทศถูกนำเข้ามาในฐานะที่เป็นสิ่งช่วยแก้ปัญหา อาจทำหน้าที่เป็นเครื่องมือมากกว่าจะเป็นข้อเท็จจริงอย่างแท้จริง

2. การเรียนรู้ควรเป็นองค์รวม เน้นสภาพจริง และสิ่งที่เป็นจริงในห้องเรียน แบบเพียเจต์ผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ความรู้ของตนเองที่ไม่ได้มาจากการบอกหรือการสอนของครู จะมีการเน้นเกี่ยวกับการสอนทักษะเฉพาะน้อยลง และเพิ่มการเน้นเกี่ยวกับการเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย เทคโนโลยีครูสามารถจัดหาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้จะช่วยขยายพื้นฐานของความคิดรวบยอดและประสบการณ์ของผู้เรียน

แนวคิดพื้นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จะอาศัยพื้นฐานแนวคิดทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) ดังจะนำเสนอต่อไปนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551)

2.1 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist) มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) แนวคิดของทฤษฎีนี้ เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการลงมือกระทำเพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่าถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structuring) ให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญาและการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือ การเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือ ความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูล สารสนเทศใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง

2.2 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) เป็นทฤษฎีมีรากฐานจากวิกอสกี (Vygotsky) ซึ่งมีแนวคิดสำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่าพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) และวิกอสกี (Vygotsky) เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อน

ในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural Content) ในทุกชั้นเรียนกลยุทธ์ทางเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) ของวิกอสกี (Vygotsky) อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 3 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชั้นเรียนที่เรียกว่า “Vygotskian” หรือตามแนวกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivist) ดังนี้

1. การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่กิจกรรมการร่วมมือ
2. Zone of Proximal Development ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน
3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real World) ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยง มาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

3. รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการสอนที่让孩子เรียนรู้เอง คิดเอง เด็กและครูจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเสนอในรูปแบบการลูกศรสองทาง ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สมการการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

จากภาพที่ 2.1 O คือ ตัวนักเรียนหรือผู้เรียน และ S คือ ครูหรือผู้สอน โดยมีลักษณะเป็นลูกศรสองทาง กล่าวคือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่ใช่อยู่นิ่ง ๆ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูมีสัมพันธ์อย่างไม่อยู่นิ่งเฉยทั้งสองฝ่ายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

ยาเจอร์ (Yager อ้างถึงใน คฤห์สัท บัญเย็น, 2546, น. 25) นำเสนอโมเดลการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน
2. ขั้นสำรวจ
3. ขั้นการนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา

4. ขนึ้่นำไปปฏิบัติ

ทิสนา แชนฉิ (2551, น. 288 – 291) กล่าวว่่า รูปแบบการเรียนการสอนหนึ่่งที่มีผู้นิยมนำไปใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ว่่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม ซึ่งไฟจิตร สะดวกการศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นี้ขึ้น เป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับดุษฎีบัณฑิต เพื่อใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. การเรียนรู้ คือ การสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถคล้่กลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ความสนใจ และแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเองภายใต้สมมติฐาน ต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหา และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง เพื่อจัดความขัดแย้งนั้น

3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่อยู่ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

4. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ จากการมีโอกาสด้่สร้างความรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม สามารถสรุปขั้นตอนการสอนได้ 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้้นเชิ้ญชวน 2) ขั้้นสำรวจ 3) ขั้้นการนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา และ 4) ขั้้นนำไปปฏิบัติ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้” ส่วนในการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น การวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry – based

Learning)” ซึ่ง บัดนิทส์ (Budnitz, 2003) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ใช้คำจำกัดความ

การสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้ โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือ ให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา ซัชแมน (Suchman, 1962 อ้างถึงใน พรพรรณ พิงประยูรพงศ์, 2547, น. 27) สอดคล้องกับ (ซันด์และโธรวบริดจ์, Sund and Throwbridge, 1967, p. 37) ที่กล่าวว่า เป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอน และวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหา เฉพาะอย่างมีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ทิชอร์และคนอื่น ๆ (Tisher et al, 1972, น. 139) และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (NRC 2000) โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ในโลก และวิธีการตั้งคำถามเพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting Corporation 2004; อำนาจ เจริญศิลป์, 2537, น. 17)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น. 123; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 48; กระทรวง ศึกษาธิการ, 2545, น. 37)

นอกจากนี้ ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545, น. 135 – 138) ได้กล่าวถึง การสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมทำทฤษฎีความคิด โดยวิธีการที่นักเรียน เป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่าง ๆ กัน เพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry – based Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เสนอแนะหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, น. 136; สถาบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2547)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาชี้แนะช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2. แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ที่กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่า ความคิดของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2541, น. 49)

2.1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซับประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

จากโครงสร้างทั้ง 2 ประการข้างต้น วิรุทธ วิเชียร โชติ (2521, น. 55 – 56) ได้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการสร้างแนวความคิด (Concept – formation Process) คือ กระบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (Define Attributes) ของแนวคิดต่าง ๆ

2. กระบวนการสร้างทฤษฎี (The Organization Process) คือ กระบวนการแก้ปัญหาโดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหรือตัวแปร

3. กระบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) โดยการทดสอบซักถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วประเมินผลสรุป

4. กระบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือ กระบวนการการนำความรู้ขึ้นพื้นฐานที่ได้มาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่ อันเป็นการนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขึ้นต่อไป

3. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีลักษณะคล้ายกับการสอนแบบแก้ปัญหาโดย ครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดปัญหาทำให้นักเรียนคิดแสวงหาคำตอบ ซึ่ง กัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone, 1968, น. 138 – 140 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์ 2542, น. 128 – 129) ได้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมวลค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ และการจำแนกประเภท โดยไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามเนื้อหา นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหาและเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง และในกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” ต้องระบุปัญหาให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียน ช่วยกันตั้งข้อสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนะแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลองการสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่น ๆ มีการร่วมมือกันในการประเมิน แนวทางในการปฏิบัติการระบุข้อจำกัดและความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง ทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็กทำทั้งชั้น และนักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ ใช้ความพยายามให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยผ่าน “การสืบเสาะหาความรู้” นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูให้การสนับสนุนและเริ่มต้นด้วยการฝึกทักษะที่เหมาะสม นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาและฝึกการปฏิบัติ ซึ่ง เวลช์ (Welch, 1981) ได้เสนอลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตเรื่องหรือปรากฏการณ์ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การสังเกต
2. การวัดผล เป็นคำที่ใช้อธิบายปริมาณของวัตถุและปรากฏการณ์ เป็นหลักปฏิบัติที่ถูกยอมรับของวิทยาศาสตร์เนื่องจากได้ค่าทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและคำอธิบายที่ถูกต้อง
3. การทดลองเป็นการทดสอบที่ถูกออกแบบมา เพื่อทดสอบคำถามและความคิด และเป็นสิ่งสำคัญของวิทยาศาสตร์ การทดสอบจะเกี่ยวข้องกับคำถามข้อสังเกตและการวัด
4. การสื่อสาร ผลของการติดต่อกับชุมชนทางวิทยาศาสตร์และประชาชนเป็นภาระหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจจะกระทำโดยการเผยแพร่บทความทางวารสาร การสนทนา การประชุมและการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญ
5. กระบวนการคิด เป็นกระบวนการอธิบายความคิดเป็นวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอุปมานเหตุผล การกำหนดสมมติฐานและทฤษฎี รวมทั้งการเปรียบเทียบ

ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดก็ตาม เมื่อคนเราสังเกตสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจเพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้ ในการตอบคำถาม หรือสร้างคำอธิบายต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน และแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง คำอธิบาย จะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ทั้งนี้จะต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวัง และมีเหตุผลคำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่าง ๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์ หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผลก็จะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี และที่สำคัญจะต้องสื่อสารสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่น เพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีตรรกะ ทั้งนี้ องค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจมีความไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากผู้อื่นจะเป็นแนวทางมาตรวจสอบ หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม (NRC 2000; ประมวล สิริพันธ์แก้ว, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546, น. 55)

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบทั้งที่ครูเป็นผู้กำกับ และนักเรียน เป็นผู้กำกับ ตลอดไปจนถึงครูและนักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้น จึงมีแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายไว้อย่างมากมาย ดังเช่น ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1973 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เชนะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548, น. 75 – 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบมีการแนะนำ (Guided Discovery) เป็นวิธีที่ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน
2. การสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Less Guided Discovery) หรือเป็นวิธีแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาคด้วยตนเอง
3. การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผน (Free Discovery) หรือวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น

ในขณะที่ ออร์ลิชและคนอื่น ๆ (Orlich et al, 2001 อ้างถึงใน พรพรรณ พิงประยูร พงศ์, 2547, น. 34) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูกำหนดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนกระทำการ สังเกต จัดกระทำและอ้างอิงเป็นคำตอบ ครูมีบทบาทในการนำให้นักเรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางโดยครูใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางนั้น ๆ ให้ และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบเสาะและสรุปเป็นหลักการ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทน้อยกว่าแบบแรก เมื่อครูเสนอปัญหาแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทางและดำเนินการสืบเสาะหาความรู้วิธีต่าง ๆ เอง แต่ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของนักเรียนถ้านักเรียนไม่ได้อ้างเหตุผล ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอ้างอิงเพื่อยืนยัน และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยน ข้อสรุปกันโดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อน ๆ รับรู้ด้วย

นอกจากนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรรถ มูลคำ (2545, น. 137) และกุศลีน มุสิกกุล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2550, น. 36) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือตามหนังสือเรียน (Guided Inquiry) เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครูหรือนักเรียน (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้นซึ่งขอควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถาม คือ ให้นักเรียนคิดก่อนการถามครูและหลักสำคัญคือครูพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546, น. 2 – 3) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) นักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided Inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อแนะนำในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ยังสามารถแบ่งการสืบเสาะหาความรู้ (Level of Inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา เป็นผู้เสนอการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจเรียนและช่วยลดความน่าเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน และในขณะที่กำลังพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study : SCIS) ณ University of California, Berkeley จุดเริ่มต้นของวัฏจักรการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และผลงานของออสซูเบล (Ausubel) และแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ ไทรวบริดจ์และไบบี (Trowbridge and Bybee, 1996, p. 204; Robertson 1996; Abraham, 1997, น. 219 อ้างถึงใน นันทกานันท์, 2547, น. 17) ดังเดิมวัฏจักรการเรียนรู้มี 3 ขั้น คือ การสำรวจ การประดิษฐ์และการค้นพบ ภายหลังขั้นเหล่านี้เรียกชื่อใหม่เป็นการสำรวจ การแนะนำโน้ตส์ และการนำโน้ตส์ไปใช้ ต่อมาได้มีกลุ่มนักศึกษานำวิธีนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นักการศึกษาของสหรัฐอเมริกาจากกลุ่ม Biological Science Curriculum Study (BSCB) โดยมีโรเจอร์ ไบบี (Roger Bybee) เป็นผู้ได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือ การสร้างการมีส่วนร่วมการสำรวจ การอธิบาย การขยายและสร้างความกระจำ และ การประเมิน ซึ่งเรียกชื่อใหม่เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 5E นอกจากนี้ ได้มีนักการศึกษาอื่น ๆ ขยายวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็น 7E โกลด์สตรอง (Goldstong et al, 2009)

5.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

การเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นันทา คันธิยงค์ (2547, น. 18) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีหลายรูปแบบ เช่น 3 ขั้นตอน แบบ 4 ขั้นตอน และแบบ 5 ขั้นตอน ได้มีนักการศึกษาได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นอีกมากมาย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สถานการณ์จำลองที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะสังคม ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีการนี้ 3 มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอีกมากมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, น. 42 – 43) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความสนใจ
 - 1.1 จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตสงสัยในเหตุการณ์หรือเรื่องราว
 - 1.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. สำรวจและค้นหา
 - 2.1 ผู้เรียนวางแผนและกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้
 - 2.2 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ สรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็นการตอบของปัญหานั้น
3. อธิบายและลงข้อสรุป
 - 3.1 ผู้เรียนนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และการนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ

3.2 การค้นพบในขั้นนี้อาจสนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ไม่ว่าผลจะเป็นอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขยายความรู้ โดยผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น

ชูศิลป์ อัดชู (2550, น. 56 – 57) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจอาจเกิดขึ้นจากความสงสัยหรือความสนใจของผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจเกิดจากเหตุการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ไม่มีความสนใจผู้สอนอาจเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นปัญหา แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นรวมถึงการรวบรวมข้อมูล ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการใช้สำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามแล้วจากนั้นจึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่สามารถเป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพียงพอในที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้จากการวิเคราะห์ แปลผล สรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ หรือการสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐาน

ที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะเป็นในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นมาเชื่อมโยง กับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ และการนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลอง ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิด ประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ ต่อเนื่องอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ เรียกว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้มา ซึ่งความรู้ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 44 – 45) ได้อธิบายขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 5E เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่อง ที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัย เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และ นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจง รายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ อย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) การวางแผนกำหนดแนวทางการ สำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการ ทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยนำมาแปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป วาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้ หลายทาง โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่อง

ต่าง ๆ ได้ มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SE) มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง

ต่อมา ไอเซนเคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, p. 56 – 59) ได้พัฒนารูปแบบของวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน โดยไอเซนเคราฟต์ ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ SE เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง และยังไม่สมบูรณ์ จึงได้ทำการเพิ่มขั้นตอนของการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิม หรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ เพื่อให้ทราบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวก หรือสถานการณ์ เหตุการณ์ เป็นต้น อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว หรือสิ่งที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ

3. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูลโดยการวางแผนสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้วมาวิเคราะห์แปลผล นำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผล การทดลอง โดยอย่างอิงหลักการและวิชาการประกอบเป็นเหตุเป็นผล

5. ขยายความคิด เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

6. ขั้นตอนการประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของ นักเรียน ซึ่งมีทั้งการประเมินการปฏิบัติงานกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและประเมินการเรียนรู้ของ นักเรียนก่อนที่นักเรียนจะขยายความคิดรวบยอด โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. ขนนำความรู้ไปใช้ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงหัวข้อที่นักเรียนได้เรียน ไปแล้วไปสู่หัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” และกระตุ้นให้นักเรียน เกิดปัญหาใหม่

ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7E มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป 5) ขยายความคิด 6) ขั้นตอนการประเมินผล และ 7) ขนนำความรู้ไปใช้

5.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ นั้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ที่นี้อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถ จัดเป็นขั้นตอนได้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2525, น. 39) กล่าวถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีลำดับ ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา คือ ต้องสำรวจให้แน่นอนว่าปัญหานั้น อยู่ที่ไหน อะไรคือปัญหาอันแท้จริง
2. การตั้งสมมติฐาน คือ ต้องสำรวจว่าอะไรเป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. การทดลอง และการเก็บข้อมูล คือ การลงมือแก้ปัญหามาจากปัญหา ที่ตั้งสมมติฐานขึ้นมาไว้ เพื่อหาแนวทางที่จะแก้ปัญหานี้
4. การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ไดจากการทดลองมาวิเคราะห์ อย่างรอบคอบแล้วรายงานผล
5. สรุปผล แนวทางแก้ปัญหามีผลอย่างไร มีข้อบกพร่องอย่างไร เรียบเรียง เป็นเรื่องราวแล้วบันทึกไว้

ปรีชา วงศ์ศิริ (2532, น. 6 – 7) ได้สรุปขั้นตอนสำคัญที่ใช้ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ถามด้วยข้อความที่ชัดเจนและเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดประโยชน์
2. สร้างสมมติฐานที่เป็นคำตอบของคำถาม โดยที่สมมติฐานนั้น มีทั้งหลักฐานสนับสนุนและสามารถทดสอบได้
3. สร้างข้อความสืบเนื่องจากสมมติฐาน
4. กำหนดเทคนิคที่จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น
5. ตรวจสอบเทคนิคเพื่อหาความสอดคล้องและความน่าเชื่อถือได้
6. ปฏิบัติการทดสอบ และแปลความหมายผลที่ได้จากการทดสอบ
7. ประเมินความถูกต้องเป็นจริงที่อ้างถึงในสมมติฐานและความถูกต้องของเทคนิคที่ใช้
8. หาขอบเขตของเนื้อหาสาระที่สามารถใช้สมมติฐานและเทคนิคข้างต้นได้ และระบุปัญหาใหม่จากแนวความคิดที่ได้ในการแสวงหาความรู้ที่ผ่านมา

ภพ เลห์ไพบูลย์ (2534, น. 10 – 11) กล่าวว่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะค้นคว้าหาคำตอบ หรือคำอธิบาย นักวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อน แล้วหาวิธีการรวบรวมสืบเสาะหาข้อมูล โดยการใช้สังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกตเป็นการพิจารณาปัญหาที่ศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยการวัดและการรวบรวมข้อมูล การทดลองเป็นการสืบเสาะหาความรู้และพิสูจน์ว่า อะไรเป็นสาเหตุเป็นผลของปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ความเชื่อว่า ปัญหาหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาตินั้นจะต้องดำเนินไปตามแบบแผนตามธรรมชาติของมัน เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมผลการสังเกตและผลการทดลองแล้วมาประกอบกับประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดมโนคติ ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจของปัญหานั้น ๆ และเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสืบค้นต่อไป เพื่อจะอธิบายความเป็นไปของปัญหาของปรากฏการณ์นั้นจะทำให้ได้ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ และในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นักวิทยาศาสตร์จะหาทางแก้ปัญหานั้นในแนวทางที่มีระเบียบแบบแผนอย่างมีทิศทาง และมีข้ออ้างอิง และวิธีการแก้ปัญหามากมาย ๆ ทาง และได้เสนอลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นระบุปัญหา
2. ขึ้นตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และ/หรือ การทดลอง

4. ขั้นสรุปผลการสังเกต และ/หรือ การทดลอง

ฉวีวรรณ ธัญญะศิริกุล (2549, น. 38 – 40) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทำงาน จึงสามารถกำหนดเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติได้ ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา เป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติงาน กำหนดวัตถุประสงค์ของการทำงาน จะทำอะไรหรืออยากจะทำอะไร ในสภาพการทำงานปัจจุบันนี้การกำหนดปัญหา คือ การตั้งชื่อเรื่องของสิ่งที่จะทำ ซึ่งจำเป็นต้องสร้างความชัดเจนของงานที่ทำให้ได้ จะได้เดินถูกทาง ไม่สะเปะสะปะและสับสน

2. การศึกษาปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากการแสวงหาจากพื้นฐานความคิดว่า ปัญหานี้ได้มีบุคคลอื่นหาคำตอบไว้แล้วหรือยัง ดังนั้น การศึกษาปัญหาจึงต้องอาศัยเอกสารและบันทึกต่าง ๆ หรือผู้รู้ การศึกษาปัญหาอาจจะได้คำตอบของปัญหาโดยตรงหรืออาจจะได้ข้อมูลเกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา การศึกษาปัญหาอย่างดีรอบคอบและทั่วถึง ทำให้ได้รับข้อมูลสนับสนุนการทำงานต่อไปอย่างดี จึงจัดว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการนี้

3. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในกรณีที่ไม่ได้คำตอบจากการศึกษาปัญหา การตั้งสมมติฐานจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาทำให้ขอบเขตการศึกษาชัดเจน เห็นแนวทางการศึกษาชัดเจนขึ้น

4. การทดสอบสมมติฐานและเก็บข้อมูล การตั้งสมมติฐานเป็นเพียงการคาดคะเนคำตอบ การหาคำตอบที่แท้จริงจะต้องทำการทดสอบหรือปฏิบัติการ ในกระบวนการทดสอบจะมีข้อมูลต่าง ๆ เกิดขึ้น จึงต้องกำหนดวิธีการที่จะจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้น ในทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นตัวเลขที่เกิดจากการใช้เครื่องมือวัด

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาจัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า การวิเคราะห์ข้อมูล นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปเป็นคำตอบ ในกระบวนการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการบันทึกผล เพื่อรายงานผลการศึกษากับบุคคลทั่วไปได้ทราบ เพื่อเป็นแนวทางให้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษาทั้ง 4 ท่าน สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) สังเกตและระบุปัญหา (Ask a Question) 2) ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) 3) ทำการทดลอง

หรือทดสอบสมมติฐาน (Experiment) 4) เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze) และ 5) สรุปผลการทดลอง (Conclusion)

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และต้องการที่จะแสวงหาความรู้ เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว ซึ่งแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาได้ให้ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

มิโล และเอฟเวนเซน (Hmelo & Evenson, 2000 อ้างถึงใน บุญนา อินทนนท์, 2551, น. 13) ได้สนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสรณนิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์และวิกอสกี (Piaget and Vygotsky) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ (Bruner) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญหา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

ชมิคท์ (Schmidt, 1983, p. 11 – 12) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีหลักการ 3 ประการ คือ

1. ความรู้เดิม (Prior Knowledge) การเรียนสิ่งใหม่เป็นผลมาจากเรียนที่ผ่านมา ความรู้เดิมของผู้เรียนจึงมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจและสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียน

2. การเสริมความรู้ใหม่ (Encoding Specificity) ประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ใหม่มากขึ้น ถ้ายังมีความคล้ายคลึงกันระหว่างสิ่งที่เรียน มาและสิ่งที่จะนำไปประยุกต์ใช้มากเท่าไรก็จะยิ่งเรียนรู้ได้มากขึ้นเท่านั้น

3. การต่อเติมความเข้าใจให้สมบูรณ์ (Elaboration of Knowledge) ความเข้าใจ ข้อมูลต่าง ๆ จะสมบูรณ์ได้ถ้าหากมีการต่อเติมความเข้าใจด้วยการตอบคำถาม การอภิปรายกับผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย

ไดอาน่าและเฮนค์ (Diana & Henk, 1995, p. 1) กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดให้ผู้เรียนพบกับปัญหาในกลุ่มย่อย ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนประจำกลุ่ม ปัญหาส่วนมากเป็นการบรรยายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่สามารถรับรู้ในสภาพที่เป็นจริง ปรากฏการณ์อธิบายโดยกลุ่มย่อยบนพื้นฐานของหลักการ กลไกการทำงานหรือกระบวนการ

กิชเซลีเยร์ (Gijsselaers, 1996, p. 4) กล่าวถึง หลักการของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้าง ไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างความรู้เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย จะช่วยในการจำและระลึกข้อมูล ซึ่งความรู้ใหม่นี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่
2. เมตาคognition (Metacognition) เป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียน มีผลกับการเรียน การตั้งเป้าหมายว่าจะทำสิ่งใด การเลือกวิธีการว่าจะทำอย่างไร และการประเมินผลว่าสิ่งนั้นได้ผลหรือไม่ เป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง
3. ปัจจัยทางสังคมและสภาพแวดล้อมทำให้ผู้เรียนได้ประสบปัญหาที่เป็นจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา ปัจจัยทางสังคมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล การทำงานเป็นกลุ่มทำให้มีการแสดงและแลกเปลี่ยนความคิดก่อให้เกิดทางเลือกหลายแนวทาง

นัจญ์มีย์ สะอะ (2551, น. 4) กล่าวถึง แนวคิดของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีอยู่ 2 ประการ คือ การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student – centered Learning) และการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีแนวคิดอยู่บนพื้นฐานทฤษฎีมนุษยนิยมของโรเจอร์ส (Rogers) ซึ่งมีความเชื่อว่าเป็นเป้าหมายของการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงในโลกและเกิดการเรียนรู้ การที่คนเราอยู่ในโลกที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมั่นคงนั้น คนต้องเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากไม่มีความรู้ใดที่มั่นคง ดังนั้นการที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เท่านั้นจึงจะทำให้เกิดพื้นฐานที่มั่นคง ซึ่งโรเจอร์ส (Rogers) ได้เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) เพราะถือว่าการเปลี่ยนแปลงนั้น กระบวนการสำคัญกว่าความรู้ที่หยุดนิ่ง เป้าหมายของการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้บุคคลมีพัฒนาการและเจริญเติบโตไปสู่การทำงานได้เต็มศักยภาพ

2. การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันให้กับกลุ่มผู้เรียน เทคนิคการสอนอาจใช้อย่างเดียวหรือหลายอย่างร่วมกันโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระบุเป้าหมาย เลือกวิธีการเรียน สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งทองจันทร์ หงส์คารมภ์ (2531, น. 4) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ ไม่สามารถจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แม้ว่าการเรียนแบบนี้จะได้ผลดีมากแต่จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้คับแคบ ซึ่งในการทำงานใด ๆ จะสำเร็จได้ดีต้องอาศัยความร่วมมือของทีมงาน โดยเฉพาะบุคลากรทางการแพทย์ ต้องมีผู้ร่วมงานในทีมสุขภาพหลายระดับ วิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงใช้การเรียนรู้เป็นกลุ่มโดยให้ผู้สอนอยู่ด้วย เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มมาเป็นหลักในการเรียนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่ ซึ่งแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1. ทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์และวิกอสกี (Piaget and Vygotsky) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ กิจเซลเยอร์ (Gijsselaers, 1996, p. 13)

2. ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศหรือข้อมูลข่าวสาร (Information Processing Theories) มีความคิดพื้นฐานว่าในการเรียนรู้สิ่งใด ๆ ก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้ และขั้นตอนของการเรียนรู้ได้ และการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541, น. 220) ซึ่งสนับสนุนโดย มิโล และลิน (Hmelo & Lin) กล่าวว่า “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการประมวลสารสนเทศหรือข้อมูลข่าวสาร คือ เป็นการนำข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา” มิโล และลิน (Hmelo & Lin, 2000, p. 231 – 232)

3. ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการฝึกงานทางพุทธิปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ซึ่งสนับสนุนโดย มิโล และลิน (Hmelo & Lin) กล่าวว่า ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรมซึ่งเป็นทฤษฎีที่สนับสนุนการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543, น. 16)

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุดเมื่อผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีดังกล่าวนี้ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ (อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543, น. 17) คือ

4.1 อัทมโนทัศน์ (Self – concept) เมื่อบุคคลเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกกับผิชอบต่อตนเองก็มีมากขึ้นตามลำดับ และถ้าหากบุคคลรู้สึกว่าคุณค่าตนเองเจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุมและนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจเพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง ผู้ใหญ่จะมองตนเองว่าสามารถควบคุมและนำตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งคนอื่น

4.2 ประสบการณ์ (Experience) บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยิ่งให้ประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่แต่ละคนได้รับ จะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และในขณะเดียวกันประสบการณ์เหล่านั้นก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

4.3 ความพร้อม (Readiness) ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนเมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายและมีความจำเป็นต่อบทบาทและสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงานมีบทบาทในสังคม ดังนั้น ผู้ใหญ่จึงพร้อมที่จะเรียนเสมอ หากสิ่งที่เรียนไปนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง นั่นคือเรียนไปเพื่อเป็นส่วนประกอบสถานภาพทางสังคม เพื่อให้ตนเองเป็นยอมรับของสังคม

4.4 แนวโน้มต่อการเรียนรู้ (Orientation to Learning) ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนรู้ของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้ใหญ่จะเรียนก็ต่อเมื่อความรู้ที่ได้รับจากการเรียนนั้นจะต้องนำไปใช้ได้โดยทันที เนื้อหาในการเรียนจะต้องเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ผู้เรียนเรียนแล้วเกิดประโยชน์ต่อตนเอง ผู้ใหญ่จะไม่เสียเวลาไปเรียนในสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อตนเอง

บุญนา อินทนนท์ (2551, น. 14) ได้สรุปว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเองจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง จนการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ดังนั้น สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเอง ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง จนการค้นพบความรู้หรือข้อมูลใหม่และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2. กระบวนการและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กูด (Good, 1973, p. 25 – 30) กล่าวถึง กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้ พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่ม หรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ราชหรือสื่ออื่น ๆ
2. กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น
3. กลุ่มผู้เรียนระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อธิบายความเชื่อมโยงต่าง ๆ ของข้อมูลหรือปัญหา
4. กลุ่มผู้เรียนกำหนดและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน พยายามหาเหตุผลที่จะอธิบายปัญหาหรือข้อมูลที่พบ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผลตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้น
5. กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลหรือความรู้ที่จะอธิบายหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวนส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม
6. ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง
7. จากรายงานข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้มา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์สังเคราะห์ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและประเมินผลการเรียนรู้ บาร์โรวส์และแทมบลิน (Barrows & Tamblyn, 1980, p. 191 – 192) ได้สรุปกระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาเป็นลำดับแรกก่อนที่จะมีการเตรียมการหรือเรียนเกิดขึ้น

2. สถานการณ์ปัญหาจะถูกนำเสนอแก่นักเรียนในแนวทางที่เหมือนกับสถานการณ์จริง อาภรณ์ แสงรัสมิ (2543, น. 21) กล่าวว่า กระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ใช้ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงเหตุผล และนำความรู้เดิมออกมา
2. เป็นการศึกษาด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเป็นอิสระจากผู้สอน ผู้เรียนจะทำงานที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม โดยค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
3. ประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้รับมาใหม่ย้อนกลับไปอธิบายปัญหา

ราตรี เกตุบุตรดา (2546, น. 25) เสนอกระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ของผู้เรียนหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the Structure) ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาแล้วร่วมกันวางแนวทางในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

2.1 แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยามหรือประเด็นการศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษาค้นคว้า (Action Plan) คือวิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Visiting the Problem) แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

4. รวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่า ข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่ น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดการตัดสินใจ

รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

6. ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด ผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่มและคุณภาพของปัญหา และผู้สอนประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ (2544, น. 42) กล่าวถึง กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหาเป็นอันดับแรก
2. แก้ปัญหาคด้วยเหตุผลทางคลินิกอย่างมีทักษะ
3. ค้นหาการเรียนรู้ด้วยกระบวนการปฏิสัมพันธ์
4. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
5. นำความรู้ที่ได้มาใหม่ในการแก้ปัญหา
6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้ว

วลี สัตยาศัย (2547, น. 17 – 19) กล่าวถึง ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับศัพท์ และมโนทัศน์ (Clarify Terms and Concepts not Readily Comprehension) ผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจกับคำศัพท์ หรือมโนทัศน์ของโจทย์ปัญหาที่ได้รับก่อน หากมีคำศัพท์ หรือมโนทัศน์ใดที่ยังไม่เข้าใจ หรือเข้าใจไม่ตรงกัน จะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจนโดยใช้ความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม หรือในบางกรณีอาจต้องใช้พจนานุกรมมาใช้ในการอธิบาย

2. ระบุปัญหา (Define the Problem) หลังจากที่ได้ทำความเข้าใจกับคำศัพท์หรือมโนทัศน์ในขั้นตอนแรกแล้ว กลุ่มผู้เรียนจะต้องช่วยกันระบุปัญหาจากโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยที่สมาชิกภายในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาที่ตรงกันหรือสอดคล้องกัน

3. วิเคราะห์ปัญหา (Analyze the Problem) สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาและหาเหตุผลมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม เป็นการใช้ Brain – storming ในการคิดอย่างมีเหตุผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของสมาชิกเกี่ยวกับ

ขบวนการและกลไกการเกิดปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างสมมติฐานต่าง ๆ (Hypothesis) อันสมเหตุสมผลสำหรับการแก้ปัญหา

4. การตั้งและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน (Identify the Priority of Hypotheses Formulate Hypotheses) หลังจากที่ได้วิเคราะห์แล้ว สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงปัญหาดังกล่าวตามที่วิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 แล้วนำสมมติฐานดังกล่าวมาจัดเรียงลำดับความสำคัญ โดยอาศัยข้อมูลสนับสนุนจากความจริงและความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อพิจารณาหาข้อยุติสำหรับสมมติฐานที่สามารถปฏิเสธได้ในขั้นต้น และคัดเลือกสมมติฐานที่สำคัญที่จำเป็นต้องแสวงหาความรู้มาเพิ่มเติมต่อไป

5. สร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulate Learning Objective) สมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมที่จำเป็น เพื่อนำมาใช้ในการพิสูจน์หรือล้มล้างสมมติฐานที่ได้คัดเลือกไว้

6. แสวงหาความรู้เพิ่มเติมนอกกลุ่ม (Collect Additional Information Outside the Group) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะมีหน้าที่รับผิดชอบในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

7. สังเคราะห์ข้อมูลและพิสูจน์สมมติฐาน (Synthesize and Test Newly Acquired Information) สมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่หามาได้ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่วางไว้สรุปผลเรียนรู้ที่ได้มาจากการศึกษาปัญหา รวมทั้งแนวทางในการนำความรู้ หลักการไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไป

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีความคล้ายคลึงกับของวัลลี สัตยาชัย (2547, น. 19) แต่ได้แยกแยะรายละเอียดย่อยออกเป็น 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับคำศัพท์และมโนทัศน์ของโจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์นั้น ๆ
2. ระบุนโยบายจากโจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์นั้น ๆ
3. วิเคราะห์ปัญหา
4. การตั้งสมมติฐาน
5. จัดเรียงลำดับความสำคัญของสมมติฐาน
6. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้
7. แสวงหาความรู้เพิ่มเติม
8. รวบรวมความรู้
9. สรุปการเรียนรู้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 8) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ
2. กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม ระดมสมองคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการหาคำตอบ ครูคอยช่วยเหลือกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจวิเคราะห์ปัญหาแหล่งข้อมูล
3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย
4. สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำข้อค้นพบ ความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด
5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง
6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ครูประเมินผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการจากการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปขั้นตอนได้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การทำความเข้าใจปัญหา 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) สังเคราะห์ความรู้ 5) สรุปและประเมินค่าของคำถาม 6) นำเสนอและประเมินผลงาน

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ความหมายของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, น. 1) กล่าวว่าไว้ว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการ

เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

คำว่า “สะเต็ม” เป็นคำทับศัพท์ที่มาจากอักษรภาษาอังกฤษ “STEM” ซึ่งเป็นชื่อย่อของศาสตร์หรือ สาขาวิชาทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดย Oxford Dictionary ได้ให้ความหมายว่า STEM เป็นคำย่อเชิงวิชาการที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนที่ใช้ความเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Oxford Dictionary, n.d.) เมื่อพิจารณาความหมายของแต่ละศาสตร์จะมีคำอธิบายและลักษณะ ดังนี้

1. S ย่อมาจาก คำว่า Science หรือวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาหลักของหลักสูตรการศึกษาในหลาย ๆ ประเทศโดยเฉพาะระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์ยังหมายรวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก ทั้งที่เกิดจากมนุษย์และเกิดขึ้นเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาความเป็นไปของธรรมชาติสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

2. T ย่อมาจาก คำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้นจากพื้นฐานความเป็นธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งมักจะทำให้มนุษย์มีความสะดวกสบายหรือปลอดภัยมากขึ้น เทคโนโลยีเป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยเทคโนโลยี มีนัย 3 ประการ คือ 1) เทคโนโลยีในฐานะศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นความรู้และแนวปฏิบัติเพื่อการออกแบบ และนำเทคโนโลยีไปใช้ 2) เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเฉพาะ และ 3) เทคโนโลยีด้านการจัดการเรียนการสอน โดยไม่ว่าจะมองจากนัยใด เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพก็ต้องผ่านกระบวนการออกแบบทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Technological Design หรือ Technological Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3. E ย่อมาจาก คำว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นการประยุกต์ความรู้ ทักษะกระบวนการและความเชี่ยวชาญในเชิงวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคมและการนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง วิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มจึงหมายถึงศาสตร์ด้านกระบวนการ มากกว่าจะเป็นศาสตร์อย่างวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ โดยเน้นการออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา การใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเป็น

กระบวนการออกแบบหรือสร้างบางสิ่งขึ้นมาโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. M ย่อมาจาก คำว่า Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ หมายถึง ภาษาของจำนวน รูปร่าง และปริมาณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม การเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 3 เรื่องหลัก คือ 1) กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น และ 3) การส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher – level Mathematical Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 49) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

ศานิกานต์ เสนิงวงศ์(2556, หน้า 30) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

จากความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกา ที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศและส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภทราชย์, 2556, น. 49)

สะเต็มศึกษานั้น จึงเป็นหลักสูตรโดยการบูรณาการเรียนรู่วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

มุมมองการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการเพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ ทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้ คือ การจัดการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนทั้ง 4 วิชากำหนดร่วมกันจะใช้กระดิบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู่วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระดิบข้าวโดยแนะนำว่ากระดิบข้าวจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระดิบข้าว

เพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน และครุคณิตศาสตร์ใช้กระดืบข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระดืบข้าว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนและจนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระดืบข้าว โดยขอให้ครุคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากนั้น เมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบ (Theme) ของปัญหากว้าง ๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ Problem / Project – based Learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้ แนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับชีวิตจริง เพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (Theme) โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชา อื่นๆของสะเต็ม (STEM) มาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอน ร่วมกัน เพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (Main Concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) และกำหนดภาพรวมของโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) โดย กำหนดเป็นโครงการและสอนร่วมกันเป็นทีม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2557, น. 4; Vasquez, Joanne, Sneider, & Comer, 2013; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554, น.133 – 136)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากต้องมีความรู้พื้นฐาน และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังนี้คือ 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง 5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 6) ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และ 7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2557, น. 5)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2558, น. 2)

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี ข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและการพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมาประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหลายประการที่สำคัญ ได้แก่

1. จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาระดับพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย

2. ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการโลจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ

3. ยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community-AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจ และสังคมยุคเออีซี

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2558, น. 4) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

จรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด (2558, น. 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้
2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project – based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนด

เรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงการร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2558, น. 8) กล่าวว่า ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตัวเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน
3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนออกมา
5. ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2558, น. 9) กล่าวว่า การนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มที่จะนำไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการสอนวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะสมแต้มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก หรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมนี้ มักเป็นกิจกรรมสะสมแต้มที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะสมแต้มแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียนรู้การสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพร และคนอื่น ๆ (2558, น. 64 – 65) กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project – based Learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นโค้ช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เอ็ดเวิร์ด (Edward, 2013, p. 12 – 15) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

กรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry – based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียน ดังนี้

1. การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
2. การปฏิบัติการทดลอง
3. การรายงานผลการทดลอง
4. การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

กรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้

1. การระดมความคิด
2. การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
3. การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอน ทำได้โดยใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อนและการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2558, น. 3) มีดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา

4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ
ทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2013) ได้ตีความจากการอ่านหนังสือ How Learning Works: 7 Research-Based Principles for Smart Teaching เขียนโดย ซูซาน เอ. แอมโบรส, ไมเคิล ดับเบิลยู. บริดจ์ส, มิเชล ดีปีเอโตร, มาร์ชา ซี. โลเวตต์, มารี เค. นอร์แมน (Susan A. Ambrose, Michael W. Bridges, Michele DiPietro, Marsha C. Lovett, Marie K. Norman) กล่าวถึง ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ในประเด็นของ Knowledge and Skills Rainbow ซึ่งเป็นหัวใจของทักษะ เพื่อการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 คือ การเรียนรู้ (Learning How to Learn) หรือทักษะในการเรียนรู้ (Learning Skills) ทักษะในการสร้างการเปลี่ยนแปลงไปในทางดีขึ้น (นวัตกรรม) ประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ได้แก่ 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ การคิดอย่างผู้เชี่ยวชาญ (Expert Thinking) 2) การสื่อสารและความร่วมมือ (Collaboration) คือ การสื่อสารอย่างซับซ้อน (Complex Communicating) 3) ความริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) คือ การประยุกต์ใช้จินตนาการและการประดิษฐ์ ซึ่งต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้เรียนต้องมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เป็นกุญแจสำคัญนำไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยมีรากฐาน 4 เสาหลักแห่งการเรียนรู้ (Four Pillar of Learning) ได้แก่ การเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน (Learning to know) การเรียนรู้ที่จะปฏิบัติได้ (Learning to Do) และการเรียนรู้ที่จะอยู่ได้ (Learning to Be) ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคนอื่น ๆ (Sinlarat, et al., 2018) ได้สรุปกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) ทักษะทางด้านเทคโนโลยี (Computing and ICT Literacy) 2) ความสนใจใคร่รู้และจินตนาการ (Curiosity and Imagination) 3) การคิดวิจยารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) 4) การคิดสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรม (Creating and Innovation) 5) การสื่อสารและร่วมมือกัน (Communication and Collaboration) 6) การคิดในเชิงธุรกิจและทักษะประกอบการ (Corporate and Entrepreneurial Spirit) และ 7) ทักษะการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรมและการสนใจต่อโลก

ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ในสังคม

แห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน มีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายคนได้เสนอการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

พรทิพย์ สิริภักตราชัย (2556, น. 49 – 56) กล่าวว่า ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลการวิจัยเกี่ยวกับสมองและเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้กระบวนการทัศน์ทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบมีวิจารณญาณ เป็นต้น รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสารการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคมแนวใหม่การจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นคุณค่าประโยชน์คุณค่าการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนต่อไปในขั้นสูงขึ้น เกิดการเพิ่มโอกาสในอนาคต การเพิ่มมูลค่า และการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจ

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 4) กล่าวว่า ผู้เรียนต้องเน้นสร้างความรู้ขึ้นภายในตนเองเป็นความรู้ที่ก่อการในตนเองจากการลงมือทำกิจกรรมเกิดความรู้ แล้วเน้นให้เกิดทักษะจากการสัมผัสของตนเอง ไม่ใช่รับถ่ายทอดความรู้สำเร็จรูปจากครูหรือตำรา

สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ (2556, น. 13) กล่าวว่า เหตุใดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษใหม่ นั่นคือ รูปแบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนไปการพึ่งพาอาศัยในระดับโลกที่เพิ่มมากขึ้นและภูมิทัศน์ในการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

วรางคณา ทองนพคุณ. (ม.ป.ป.) กล่าวถึง ความสำคัญโดยสรุปไว้ว่า การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการกำหนดแนวทางยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างรูปแบบและแนวปฏิบัติในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน โดยจะอ้างอิงถึงรูปแบบ (Model) ที่พัฒนามาจากเครือข่ายองค์กรความร่วมมือ เพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills)

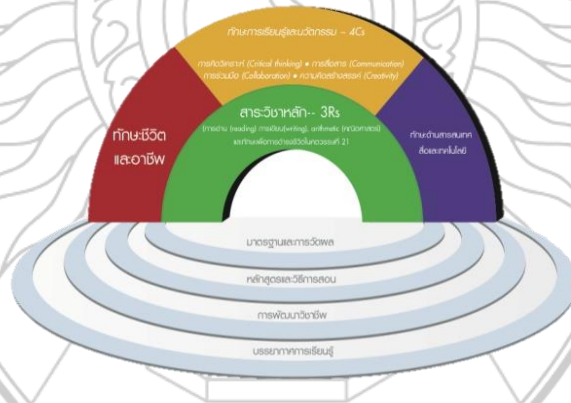
นันทวัน จันทร์กลั่น (2557, น. 20) กล่าวถึง ความสำคัญโดยสรุปไว้ว่า การกำหนดความสำคัญและแนวทางในการพัฒนาการจัดการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง จึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง

ดังนั้น จากการศึกษาความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงมีความสำคัญยิ่ง เพื่อจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง ที่สามารถนำไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิต ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้ที่ 21 เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง การลงมือปฏิบัติ คิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ หรือให้คำปรึกษา

กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับในการสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Outcomes and Support System) ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เนื่องด้วยเป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) ทั้งในด้านความรู้สาระวิชาหลัก (Core Subject) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อม

เพื่อให้เห็นถึงฐานความคิดและแนวทางการพัฒนาหลักสูตรในศตวรรษที่ 21 ที่ชัดเจน จึงได้มีองค์กรและหน่วยงานทางวิชาการ ได้ให้กรอบความคิดเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอริป จิตตฤกษ์, 2554, น. 118 – 137) ไว้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.2 : กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา : วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอริป จิตตฤกษ์ (2556, น. 34)

จากกรอบแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า การบูรณาการทักษะเข้าในการเรียนการสอนเนื้อหาหลักวิชาการผสมผสานองค์ความรู้ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการและความรู้เท่าทันในด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ประสบความสำเร็จทั้งในด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต จึงเป็น

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาทักษะแห่งอนาคตใหม่ สำหรับประเทศไทยการนำทักษะในศตวรรษที่ 21 ทุกทักษะไปใช้ ผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาหลักด้านวิชาการ การที่นักเรียนจะสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณและสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยบูรณาการของพื้นฐานความรู้ดังกล่าว ภายใต้บริบทการสอนความรู้วิชาหลัก นักเรียนต้องเรียนรู้ทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ประสบความสำเร็จในโลกทุกวันนี้

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 24) ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในศตวรรษที่ 21 จากภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่คนทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาลไปจนถึงมหาวิทยาลัย และตลอดชีวิต จาก 3Rs และ 4 Cs เป็น 3Rs+ 8Cs + 2Ls โดยที่

3Rs ได้แก่ Reading (อ่านออก)
(W)riting (เขียนได้)
(A)rithmetics (คิดเลขเป็น)

8Cs ได้แก่ Critical Thinking & Problem Solving (ทักษะด้านการคิด อย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา)

Creativity & Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม)

Cross – cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม

ต่างกระบวนทัศน์

Collaboration, Teamwork & Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ)

Communications, Information & Media Literacy (ทักษะด้าน การสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ)

Computing & ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร)

Career & Learning Skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้) และ

Change (ทักษะการเปลี่ยนแปลง)

2Ls ได้แก่ Learning Skills (ทักษะการเรียนรู้)

Leadership (ภาวะผู้นำ)

การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมล้านนา

ความหมายของภูมิปัญญาท้องถิ่น

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. 2542) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ภูมิปัญญา” หมายถึง “พื้นความรู้ความสามารถ” และคำว่า “ท้องถิ่น” หมายถึง “ท้องถิ่นที่ใดท้องถิ่นหนึ่งโดยเฉพาะ” คำว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ใช้ในปัจจุบันเป็นการให้คำจำกัดความของนักวิชาการ ซึ่งใช้คำและความหมายแตกต่างกันออกไป บางท่านเรียกว่า “ภูมิปัญญาชาวบ้าน” หรือ “ภูมิปัญญาไทย” ซึ่งคำศัพท์เหล่านี้ มีความหมายใกล้เคียงกัน นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้นิยามของภูมิปัญญาท้องถิ่น ไว้ดังนี้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552, น. 71) ให้คำอธิบายว่า “ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Indigenous Knowledges / Local Wisdom) บางครั้งเรียกว่า “ภูมิปัญญาชาวบ้าน” เป็นกระบวนทัศน์ (Paradigm) ของคนในท้องถิ่นที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคนกับคน คนกับธรรมชาติ เพื่อความอยู่รอดและคนในท้องถิ่นจะสร้างความรู้จากประสบการณ์ จากการปฏิบัติเป็นความรู้ ความคิดที่นำมาใช้ในท้องถิ่นของตนเพื่อการดำรงชีวิตที่เหมาะสม สอดคล้องกับธรรมชาติ ผู้รู้จึงกลายเป็นปราชญ์ชาวบ้านที่มีความรู้เกี่ยวกับภาษา ยารักษาโรค การดำเนินชีวิตในหมู่บ้านอย่างสงบสุข

ประเวศ วะสี (2534, น. 86) กล่าวถึง “ภูมิปัญญาท้องถิ่น” ว่าเป็นภูมิปัญญาไทยหรือภูมิปัญญาท้องถิ่น คือ วัฒนธรรมพื้นฐานของเราการพัฒนาควรจะต้องอยู่บนพื้นฐานที่มั่นคงของเราเอง และหาสิ่งอื่นมาดัดแปลงระดับราคาที่เหมาะสม หาใช้การพัฒนาที่ขาดลอยจากฐานเดิมของตนเอง ซึ่งจะทำให้โยกคลอนได้ง่าย รัฐบาลและสาธารณะควรทำ ความเข้าใจความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่น และส่งเสริมสนับสนุนให้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้าสู่ระบบการศึกษาของชาติ เพื่อความสมบูรณ์ของการศึกษา อันจะเป็นการฟื้นฟูบูรณะพลังของชาติ เพื่อความสมานฉันท์ของคนในชาติ การพัฒนาอย่างได้สมดุลและยั่งยืน และสันติสุขของสังคมไทย

ดังนั้น ความหมายของภูมิปัญญาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายถึง ความรู้ที่ ความสามารถ ทักษะกระบวนการ ที่มีอยู่ในชุมชนเกิดจากผู้รู้ที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมา แล้วมีการถ่ายทอดสู่ลูกหลาน

ลักษณะของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ประสาธ เนืองเฉลิม (2546, น. 65) ลักษณะของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ปรากฏในสังคมแบบไทยที่สืบทอด และถ่ายทอดโดยผ่านมิติทางวัฒนธรรม คือ

1. ภูมิปัญญาเป็นองค์ความรู้ที่มีการสางสมและถ่ายทอดกันมาอย่างเป็นระบบด้วยกระบวนการกลั่นกรองทางสังคม เรียนรู้ได้จากการประสบพบเจอกับเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง

การฟังจากคำบอกเล่าและการอ่านจากการบันทึก ความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ มนุษย์กับธรรมชาติ และมนุษย์กับสิ่งเหนือธรรมชาติ คนในท้องถิ่นสามารถสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์จริง และดำรงชีวิตได้อย่างสมดุลระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2. ภูมิปัญญามีลักษณะเป็นพลวัต มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และสร้างสรรค์เมื่อสภาพทางสังคม สิ่งแวดล้อม และวิถีแห่งการดำเนินชีวิตเปลี่ยนไป การสร้างสรรค์และปรับปรุงภูมิปัญญาเพื่อปรับใช้ให้เข้ากับบริบทของท้องถิ่นจึงเป็นความรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง

แนวคิดการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาสติปัญญา และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความตระหนัก ห่วงใย และภูมิใจในความเป็นท้องถิ่นของตนเอง จึงเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยยึดภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นรากฐานในการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นสากล (ประสาธต์ เจริญเฉลิม, 2546, น. 67) แนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การจัดการศึกษาไม่สามารถแยกแยกไปจากท้องถิ่น การนำเอาประเด็นของท้องถิ่นนั้น ๆ มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ภาคภูมิใจในภูมิปัญญาและวัฒนธรรมของตนเองเกิดการสร้างสรรค์อย่างสมดุลและเหมาะสมให้กับสังคมได้
2. การเรียนการสอนที่สอดคล้องกับท้องถิ่นเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะผู้เรียนได้เชื่อมโยงสภาพชีวิตจริงกับสิ่งที่ได้เรียนรู้
3. การรวบรวมเพื่อประมวลความรู้เรื่องของชุมชนท้องถิ่นเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนอย่างคุ้มค่า ผู้เรียนได้รับความรู้แล้วยังเกิดจิตสำนึกรับผิดชอบที่ผูกพันกับวิถีการดำเนินชีวิตของคนในชุมชนการนำภูมิปัญญาของคนไทยที่ได้รับการสั่งสมสืบทอดโดยผ่านกระบวนการคัดเลือทางสังคมและสภาพความเหมาะสมของทรัพยากรสิ่งแวดล้อมในระยะเวลาอันยาวนาน มาปรับใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการนำประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัวและสภาพการดำเนินชีวิตจริงของผู้เรียนมาเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเข้าถึงความรู้วิทยาศาสตร์ได้ง่าย เกิดการฝึกปฏิบัติทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ โดยนำสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวกับผู้เรียนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายขึ้น และเข้าใจวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีต่อชุมชน สังคม รวมทั้งมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ และสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น

โคมหมุนล้านนา

สำนักหอสมุด (2555) กล่าวว่า “โคมผัด” เป็นภาษาพื้นเมืองคำว่า “ผัด” แปลว่า หมุน หรือเวียนไปรอบ ดังนั้น โคมผัด คือ โคมที่มีลักษณะหมุนไปรอบ ๆ หรือเวียนไปรอบ ๆ โดยจะตัดกระดาษเป็นรูปคน สัตว์ สิ่งของ หรือรูป 12 ราศี การที่ทำให้โคมหมุนเกิดรูปภาพหรือเงาสะท้อนที่โคมเมื่อจุดไฟ ในโคมก็จะเกิดอากาศร้อนลอยสูงขึ้น อากาศเย็นจะเวียนเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดเป็นกระแสอากาศเบาๆ ผัดให้โคมหมุนไปรอบ ๆ ทำให้ตัวโคมที่ติดรูปภาพต่าง ๆ หมุนไปเกิดการสะท้อนของภาพไปตกอยู่ที่ตัวโคม ซึ่งเป็นฉากอยู่ทำให้เกิดความสวยงาม ดังนั้น โคมผัดจึงเป็นโคมที่ต้องทำด้วยความละเอียด และประณีตอย่างมาก ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 : ตัวอย่างโคมหมุนล้านนา

ที่มา : สำนักหอสมุด (2555)

มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์ (2542) นิยามคำว่า “โคมผัด” คือ โคมที่หมุนได้ ซึ่งคล้ายกับที่ทางภาคกลางเรียกว่า “โคมเวียน” โคมนี้ทำเป็นรูปกระบอก ขนาดกว้าง ประมาณ 50 เซนติเมตร สูงประมาณ 70 เซนติเมตร หุ้มด้วยกระดาษสาหรือกระดาษว่าว สีขาว อาจทำเป็นสองชั้นหรือชั้นเดียวก็ได้ หากทำกรอบสองชั้นแล้ว ชั้นในจะมีภาพต่าง ๆ ปิดไว้เป็นระยะ ๆ ให้พองาม มีสายหรือเชือกโยงจากกรอบเข้าหาแกนกลาง ซึ่งทำเป็นตุ้มใส่ไว้ในก้นถ้วย ปิดแถบกระดาษเข้ากับสายหรือเชือกนั้น โดยให้มีมุมและระยะที่ลงตัว เมื่อจุดเทียนซึ่งติดตั้งไว้กลางโคมนั้น ความร้อนจากเปลวเทียน จะไปกระทบแถบกระดาษ และจะผลัดให้ส่วนที่เป็นโครงกรอบนั้นให้ผัดคือหมุนไปเรื่อย ๆ เงาของภาพที่ปิดไว้จะส่องไปกระทบกับกรอบชั้นนอก สร้างความเคลื่อนไหวด้วยแสงและเงาได้ในระดับหนึ่ง

ดังนั้น โคมผัดเป็นโคมหมุนโดยใช้ความร้อนจากควันเทียน อาจจะมี 1 ชั้นหรือ 2 ชั้นก็ได้ ชั้นในจะมีแกนซึ่งฝนจนเป็นลักษณะเข็มตั้งวางไว้ เมื่อจุดเทียนที่มีไส้ข้างในหนา ๆ แรงควันจะดัน

พื้นที่ทำด้วยใบลาน ข้างบนหมุนตรงแกนให้หมุนไปเหมือนพัดลมแต่ช้า ๆ และมีลวดลายหลากหลายแปะติดกระดาษรอบ ๆ โคมทรงกระบอกนั้นเวลาหมุนลวดลายจะปรากฏที่ชั้นนอก คล้ายหนังตะลุง ลวดลายโดยมากจะเป็นรูปสิบสองราศี หรือสิบสองนักษัตร รูปคนไถนา รูปวัวควาย รูปคนหาบน้ำ รูปหาบฟาง รูปชนไก่ รูปชกมวย เป็นที่สนุกสนานของเด็ก ๆ โคมผัดจะตั้งไว้ ไม่เคลื่อนย้าย เป็นโคมที่ทำค่อนข้างยาก อาจสูญหายไปถ้าไม่อนุรักษ์ไว้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA

ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ให้นิยาม “การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์” ไว้ว่า “การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)” หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy Person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2560, น. 11) ซึ่งจำเป็นต้องใช้สมรรถนะ ดังต่อไปนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสรุป ผู้ที่มีความสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 1.2 ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้
- 1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติการแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่า คำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติม และต้องทำอะไร อย่างไร จึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานที่ปรากฏในสื่อ หรือข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ ในแง่มุมที่ว่า อาจมีความคลุมเครือ การสรุปไม่สมเหตุสมผล ไม่มีข้อมูลมากพอ หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูลและใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่า

สอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ผล โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- 3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- 3.3 ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
- 3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ศูนย์การประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, น. 8) การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) / ศูนย์การประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) กำหนดไว้ดังนี้ คลอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge)

1. ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยศูนย์การประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

2. ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำ เพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปรและการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล

3. ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎีสมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ

กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560, น. 12 – 13) กล่าวว่า ตามวัตถุประสงค์ของการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับส่วนตัว (เกิดกับตัวเอง ครอบครัวหรือเพื่อน) ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับโลก (ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อหรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต) ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย

2.1 ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ได้แก่ ระบบทางกายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบของโลกและอวกาศ

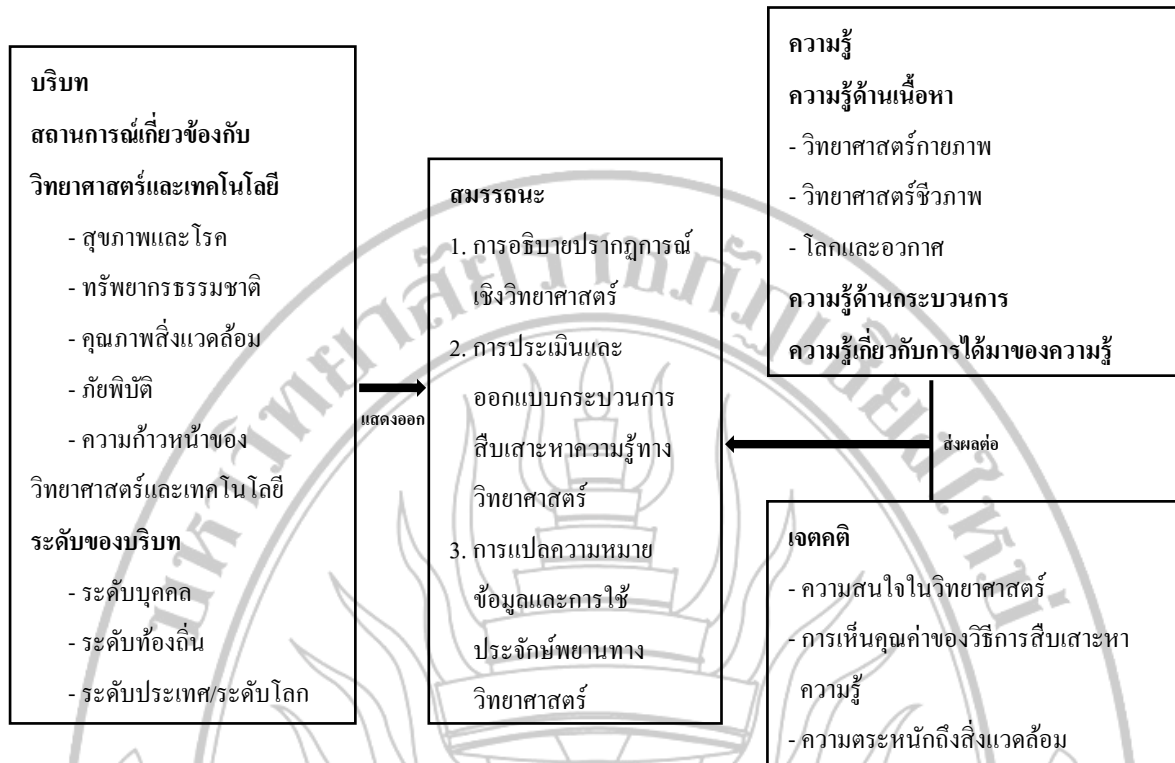
2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่างๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) ได้แก่ การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปรและมีกระบวนการมาตรฐานที่นำเสนอและสื่อสารข้อมูล

2.3 ความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ และลักษณะที่ใช้ในการตัดสินใจความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบทั้งสี่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลาย ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะ เพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 : กรอบการประเมินรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ โดยศูนย์การประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ปี ค.ศ. 2018

ที่มา : สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560, น. 13)

กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท สมรรถนะความรู้และเจตคติในการทำแบบทดสอบของการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) นักเรียนต้องมีและใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับตัวเอง ท้องถิ่นประเทศหรือสถานการณ์ของโลก ทั้งนี้ นักเรียนจะแก้ปัญหาได้ดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่

ระดับการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560, น. 13 – 16) ข้อคำถามตามแนวการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) จะไม่มีข้อคำถามใดเลยที่สามารถหาคำตอบได้จากการค้นคืนข้อมูลจากเนื้อความในสถานการณ์ของข้อสอบ ดังนั้น คำถามตามแนวการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) จึงเป็นคำถามประเมินทักษะการคิดขั้นสูงความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้ โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการบรรยาย และการตีความปรากฏการณ์และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไรเป็นต้น เช่น ในสถานการณ์ที่มีคดีฆาตกรรม และมีการตรวจ DNA เกิดขึ้น ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ มาระบุว่า คำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อสอบการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) จึงใช้สถานการณ์และคำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดง สมรรถนะเหล่านั้น

ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อสอบการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) จึงใช้สถานการณ์และคำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงสมรรถนะเหล่านั้น

ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนวัย 15 ปี สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้ง และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมข้อคำถามในสมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถาม ข้อควรระวังคือ ต้องไม่ใช่คำถามที่นักเรียนใช้การค้นคืนข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ก็สามารถตอบได้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการเรียนรู้

พิชชาภรณ์ ปะดังตาโต, เนตรชนก จันทร สว่าง และศักดิ์พงศ์ หอมหวาน (2557, น. 185 – 194) ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุมชน เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยพบว่า มีกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ รู้เหตุ รู้ผล รู้ตน รู้กาล นำไปประยุกต์ใช้ และสร้างภูมิคุ้มกันให้ตนเอง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุมชนที่สามารถเกิดกระบวนการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่ฐานคิด ห้องเรียนของการบริโภคอย่างยั่งยืนมากที่สุด คือ กระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนผ่านวิถีการดำรงชีวิตแบบไทย และกระบวนการเรียนรู้ผ่านวัฒนธรรม ประเพณี ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน นักเรียนเกิดพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ชุมชนอยู่ในระดับมาก

กนิษฐา ทัฒมอญ, วาริรัตน์ แก้วอุไร, อมรรัตน์ วัฒนาร และอังคณา อ่อนธานี (2559, น. 25 – 36) ได้การพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย พบว่า รูปแบบการจัดประสบการณ์ที่พัฒนาคือ รูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยมีการสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ดำเนินการ ดังนี้ 1) สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดประสบการณ์ 2) วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดหลักการตามแนวคิดสมองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพื่อใช้ในการกำหนด เนื้อหา และการวัดและประเมินผล 4) ขอร่างรูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย 5) ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดประสบการณ์โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 6) จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อจัดส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ทำการประเมินความเหมาะสม 7) วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดประสบการณ์ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 8) นำร่างรูปแบบการการจัดประสบการณ์ไปทดลองใช้ เพื่อหาค่าดัชนี ประสิทธิภาพ (Effectiveness Index) 9) ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการการจัดประสบการณ์และคู่มือการใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีชื่อว่า รูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (PTPRA Model) มีกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นเตรียม

ความพร้อม (Preparation : P) 2) ขึ้นเชื่อมโยงความคิด (Transfer : T) 3) ขึ้นปฏิบัติร่วมเรียนรู้ (Practicing : P) 4) ขึ้นสะท้อนคิดร่วมกัน (Reflecting : R) 5) ขึ้นชื่นชมผลงาน (Assessment : A) ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการจัดประสบการณ์ที่พัฒนามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และผลการใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ที่พัฒนาขึ้นพบว่า นักเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง และมีเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วรารักษ์ ศรีวิโรจน์ , สิริินภา กิจเกื้อกูล, วรรัตน์ แก้วอุไร และวิไลวรรณ วิภาจักษณกุล (2557, น. 1 – 13) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย และข้อมูลนักเรียน 2) ยกร่างรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้ 3) จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบ 4) จัดทำและพัฒนาเครื่องมือวิจัย 5) หาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ 6) ทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีความสมัครใจ และ 7) จัดทำรูปแบบฉบับสมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้น คือ ขั้นตั้งคำถาม (Question : Q) ขั้นหาคำตอบ (Answer : A) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share : S) และขึ้นประเมินตามสภาพจริง (Assessment : A) หรือ QASA Model นอกจากนี้ พบว่า รูปแบบนี้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ซาเดต โครกู-คิส(Saadet Korucu-Kis, 2019, p. 99 – 117) ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ S-TECHNO เพื่อการออกแบบหลักสูตรเทคโนโลยีการสอน พบว่า การศึกษานี้อธิบายถึงการพัฒนาและการนำแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอน (ID) ไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหลักสูตรเทคโนโลยีการเรียนการสอน (IT) โดยการใช้มุมมองคอนสตรัคติวิสต์ที่มองเห็นการปฏิบัติต่ออุปสรรคหลายอย่างพร้อมกัน (ความเชื่อทางเทคโนโลยีความรู้ทักษะ) เพื่อดึงดูดนักเรียนและครูในฐานะบุคคลทั้งหมดในกระบวนการเรียนรู้การสอน ด้วยเหตุนี้ บทความนี้จึงนำเสนอกรอบทางทฤษฎีที่สนับสนุนการศึกษาเป็นอันดับแรก ตามด้วยการแนะนำโมเดล Set-up, Think, Explore, Create, Hone, Negotiate และ Opine (STECHNO) โมเดลนี้ถูกนำไปใช้ในโปรแกรม 14 สัปดาห์โดยมีครูและนักเรียน 80 คน มีการใช้การออกแบบการวิจัยกึ่งทดลอง

เพื่อประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง ข้อมูลประกอบด้วยการตอบแบบสำรวจการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างอุปลักษณะที่เป็นลายลักษณ์อักษรวารสารสะท้อน การสังเกตและแผนการสอน ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลอง S-TECHNO สามารถปรับปรุงความเชื่อความรู้และทักษะของครูนักเรียนเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลกระทบของโปรแกรมการศึกษาของครูจะถูกเน้นและมีการกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการวิจัยในอนาคต

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และประสาธน์ เมืองเฉลิม (2013, p. 54 – 58) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับครูปฐมวัย พบว่า การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบริการและศึกษาการใช้รูปแบบการบริการที่พัฒนาขึ้น การวิจัยดำเนินการโดยวิธีการและกระบวนการพัฒนาซึ่งแบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ในระยะที่ 1 ได้ทำการศึกษาริบทและความต้องการของชุมชนแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้านการบริการ ในส่วนหนึ่งของการศึกษาระยะที่หนึ่งได้มีการจัดเวทีผู้คนที่นักเรียนและคนในพื้นที่เข้าร่วม ข้อมูลที่ได้รับจากฟอรัมถูกนำมาใช้เพื่อสังเคราะห์โมเดล ในระยะที่ 2 ได้มีการสร้างแบบจำลองเบื้องต้นของการเรียนการสอนด้านการบริการ ในระยะที่ 3 การใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจริงกับครูก่อนให้บริการซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตร “แหล่งความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น” ระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 นักเรียน 74 คน ได้รับการสุ่มตัวอย่างผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) และวิเคราะห์ข้อมูลผ่านการเปรียบเทียบพฤติกรรมที่ประเมินโดย t – test Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนแบบบริการเรียนรู้ประกอบด้วยหลักการ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบบริการจุดมุ่งหมายของรูปแบบกระบวนการสอนระบบสังกมการตอบสนองและระบบสนับสนุน นอกจากนี้ผลของการใช้งานจริงของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้เปิดเผย 4 ขั้นตอนของแบบจำลองที่เรียกว่า “PCAR Model” ประกอบด้วย P คือ Preparation, C คือ Class Presentation A คือ Activity Based Learning และ R คือ Reflective Thinking กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อสังคมและรับรู้ความสามารถของตนเอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กระบวนการสร้างรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ เริ่มต้นจากการศึกษาริบท ชุมชน ความต้องการของนักเรียน และผู้ปกครอง รวมทั้งศึกษาแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ จากการนั้นนำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปวิเคราะห์รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบเป็นตัวอย่างให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ตามกำหนด

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า อาทิตยา ขาวพราย (2562, น. 55 – 61) ได้พัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กลุ่มเป้าหมาย ระยะเวลา โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหา และกิจกรรมค่ายตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมค่าย และการวัดและประเมินผล และผลการใช้หลักสูตร พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้หลังการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พรสวรรค์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี (2560, น. 210) ซึ่งได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนสามารถตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีผลการประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยที่ วรรณิสา ร้อยกรอง และธิดิยา บงกตเพชร, 2562, น. 135) ได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มต้นจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจนเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียนและต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ได้ ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นระหว่างทำกิจกรรมให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้คำแนะนำและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกกำหนดเกณฑ์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ชัดเจน ยืดหยุ่นเวลาทำกิจกรรมตามความเหมาะสม ส่วนผลการศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์แบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ และจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในการสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ซูร์ทโน, วาโฮโน, แชน, เร็ตโนวาตี และยูซาร์ดี (Suratno, Wahono, Chang, Retnowati, & Yushardi, 2020, p. 211 – 224) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ครูวิทยาศาสตร์ควรฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยวิธีผสมผสานเช่น การศึกษา STEM แบบบูรณาการ นอกจากนี้การศึกษา STEM จะเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียน (ที่ทำงานและอาศัยอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกโดยเฉพาะ) เพื่อทำความเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของพวกเขา และเอดิน (Aydin, 2020) กล่าวว่า การศึกษานี้เป็นกรณีศึกษาและดำเนินการวิจัยกับอาจารย์ 6 คน ระยะเวลามากกว่า 13 สัปดาห์และได้รับการจัดส่งในรูปแบบทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนการสัมภาษณ์ส่วนบุคคลกับผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมเวิร์กชีต (Worksheet) แผนการสอนเครื่องมือประเมินและรายงานกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (EDP) ถูกใช้เป็นแหล่งข้อมูลหลายแหล่งเพื่อวิเคราะห์การค้นพบ การวิเคราะห์เฉพาะเรื่องถูก โดยผลการวิจัยและการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา (STEM) แบบบูรณาการเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ สามารถวางแผนในลักษณะระยะยาวสำหรับการวางแผนการศึกษาของครูระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาการสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบโครงงานที่เสริมด้วยความรู้ด้านเนื้อหาแบบบูรณาการแนวปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา (STEM) และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาคูต้องมีความพร้อมในการเตรียมการสอน การบูรณาการศาสตร์หลายวิชาเข้าด้วยกัน

สอดคล้องกับ อิชกี (Izgi, 2020, p. 1578 – 1629) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการ 5E และบูรณาการเข้ากับเรื่องการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นม.1 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งผู้เรียนมีความสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น และการสอนด้วย 5E ยังมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการสอนปกติ

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้าง หรือออกแบบชิ้นงาน โดยใช้การบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการฝึกให้นักเรียนได้ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การทำงานเป็นทีม และการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น

ชลีรัตน์ พะยอมแย้ม และรัตนา หิรัญโรจน์ (2558, น. 43) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ขนมหินแป้งหมักชุมชนโพรงมะเดื่อ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยสูงขึ้น เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ ความตระหนักในคุณค่า วัฒนธรรมของถิ่นอาศัย มีความพึงพอใจและ เจตคติที่ดีต่อกระบวนการเรียนการสอน และชุมชนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้เกิดความภาคภูมิใจในตนเองและถิ่นอาศัยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน ภูเจริญไพศาล, สุภาพร บุตรสัย และสุภารัตน์ คำอ้น (2561, น. 117) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเกิดการเรียนรู้จากการนำภูมิปัญญาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระดมสมองเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นและสามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถวางแผนออกแบบและดำเนินการตามกระบวนการที่วางแผนไว้มีทักษะการแก้ปัญหา (ดวงจันทร์ แก้วกพาน, จันทร์จิรา ไพบูลย์นำทรัพย์, รุ่งไพลิน ฤทธิ์พนา และชิสาพัชร ชูทอง (2563, น. 397) ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

ชิตี รัมดิอาห์, อาบิดินเซียห์, มุฮัมหมัด โรยานี, ฮูซามาห์ และอาหมัด เฟาซี (Siti Ramdiah, Abidinsyah, Muhammad Royani, Husamah & Ahmad Fauzi, 2020, p. 639 – 654) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ชีววิทยาตามภูมิปัญญาท้องถิ่นกาฬมันตันใต้ โดยผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือการเรียนรู้มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่ถูกต้อง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้จริง การเรียนรู้ยังสรุปได้ว่ามีเกณฑ์การปฏิบัติจริงที่ดี ยิ่งไปกว่านั้นจะเห็นได้ว่าการประยุกต์ใช้รูปแบบและเครื่องมือการเรียนรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้นค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียนในทางตรงกันข้ามกับการเรียนในชั้นควบคุม นอกจากนี้การทดสอบ ANCOVA สรุปได้ว่าผลการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนในชั้นทดลองและชั้นควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เออร์ฟาน ปรียมโบโด และซาฟิรา วุลานินกรุม (Erfan Priyambodo & Safira Wulaningrum, 2560, p. 295 – 298) ได้ศึกษาการใช้เครื่องมือช่วยสอนวิชาเคมีจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นสื่อทางเลือกในการเรียนการสอนวิชาเคมี เพื่อช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเคมีกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พบว่า สื่อช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ และนักเรียนเกิดแรงงูใจในการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหนึ่งทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีวิทยาศาสตร์ จากการ ได้เรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวทำให้นักเรียนมีความสนใจและเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นความรู้ที่ฝังแน่น โดยไม่ต้องท่องจำ

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการฝึกทักษะนักเรียน ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถนำไป ปรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามความต้องการ การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัย แบบเชิงบรรยาย ชนิดการศึกษาสำรวจ (Survey Studies) (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2527, น. 138 – 140)

ระยะที่ 2 ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบหนึ่งกลุ่มวัดก่อน – หลัง (One Group Pretest – Posttest Design) แบบนี้ (Babbie, 1989, p. 222)

Pretest

Treatment

Posttest

O_1

X

O_2

O_1 = การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X = การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง “โคมล้านนา”

O_2 = การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 116 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 27 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เหตุผลที่เลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 เนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูประจำชั้น เพื่อความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกชั่วโมงเรียน อีกทั้งเป็นห้องเรียนที่มีนักเรียนที่ความสามารถ

ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามความต้องการการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพิ่มเติมศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น จำนวน 5 แผน 12 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ระบุปัญหา (2 ชั่วโมง)
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (2 ชั่วโมง)
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา (3 ชั่วโมง)
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข (2 ชั่วโมง)
- 5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นำเสนอ (3 ชั่วโมง)

2.2 แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

2.3 แบบประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ประจำแผนการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ระยะ โดย ระยะที่ 1 การสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากแบบสำรวจพฤติกรรมทางการเรียนรู้ และระยะที่ 2 ศึกษาการยกระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ระยะที่ 1 การสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากแบบสำรวจพฤติกรรมทางการเรียนรู้

1. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

1.1.2 ยกร่างรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้

1.1.3 ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดประสบการณ์โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

1.1.4 จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อจัดส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ทำการประเมินความเหมาะสม

1.1.5 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัด
ประสบการณ์ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ
ผู้เชี่ยวชาญ

1.1.6 นำร่างรูปแบบการการจัดประสบการณ์ไปทดลองใช้จัดการเรียน
การสอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

1.1.7 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการการจัดประสบการณ์และคู่มือการใช้
รูปแบบการจัดประสบการณ์ เพื่อเตรียมพร้อมที่จะนำไปใช้ต่อไป

1.2 การทดสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

1.2.1 นำแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจ
ความถูกต้องตรงตามเนื้อหาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้
(IOC) โดยกำหนดผลรวมจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 จึงถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน สามารถ
นำไปใช้ได้

1.2.2 นำเครื่องมือที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แบบสำรวจ
พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
กลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญว่าแบบสำรวจ
พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ควรวิเคราะห์บริบทของโรงเรียน นักเรียน และชุมชน เพื่อให้ได้
กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน

1.2.3 นำเครื่องมือที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับที่สมบูรณ์
เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรือง จำนวน
27 คน

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทางการวิจัยโดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นที่ผ่านการ
ตรวจสอบคุณภาพแล้ว นำไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม
2563 – 31 มกราคม 2564 ดังนี้

1.3.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการศึกษา
ค้นคว้าเสนอต่อผู้บริหารโรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรือง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

1.3.2 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยให้
นักเรียนทำแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรือง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

1.3.3 นำแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มารวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลรวม ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ของรูปแบบการเรียนรู้แต่ละรูปแบบ

1.3.4 นำผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ได้มาวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ โดยนำผลร้อยละของพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละตอน ได้แก่ พฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหา พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติ และพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนที่มีค่าร้อยละสูงที่สุดในแต่ละตอนมาประกอบเป็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งทุ่งเรือง

1.3.5 นำกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ไปออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ระยะที่ 2 ศึกษาการยกระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1.1 ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง โคมหมุนล้านนา โดยทำการศึกษาวิธีการทำโคมหมุนล้านนาอย่างละเอียด พร้อมทั้งศึกษาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

โคมผัด หมายถึง โคมเวียนหรือโคมหมุน โคมผัด เป็นภาษาพื้นเมือง คำว่า “ผัด” แปลว่า หมุนหรือเวียนไปรอบ โดยโคมหมุนเป็นโคมที่มี 2 ชั้น โดยโคมชั้นใน เป็นโคมซึ่งเขียนภาพที่ครอบ เมื่อจุดไฟแล้วครอบนั้นจะหมุน ทำให้เงาของภาพสะท้อนบนพื้นผนังหรือโคมชั้นนอกทำให้บอกเล่าเรื่องราวภาพในตัวโคม ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 : โคมผัด

ดังนั้น โคมผัดคือโคมที่มีลักษณะหมุนไป รอบๆ หรือเวียนไปรอบๆ โดยจะตัดกระดาษเป็นรูปคน สัตว์ สิ่งของ หรือรูป 12 ราศี การที่ทำให้โคมหมุนเกิดรูปภาพหรือเงาสะท้อนที่โคมเมื่อจุดไฟ ในโคมก็จะเกิดอากาศร้อนลอยสูงขึ้น อากาศเย็นจะเวียนเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดเป็นกระแสอากาศเบา ๆ พัดให้โคมหมุนไปรอบ ๆ ทำให้ตัวโคมที่ติดรูปภาพต่าง ๆ หมุนไปเกิดการสะท้อนของภาพไปตกอยู่ที่ตัวโคมโคมชั้นนอก ซึ่งเป็นฉากอยู่ทำให้เกิดความสวยงาม ดังนั้น โคมผัดจึงเป็นโคมที่ต้องทำด้วยความละเอียด และประณีตอย่างมาก

1.1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิเคราะห์กำหนดเนื้อหาสาระและวิธีการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งได้เลือกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องลมและเงาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.3 ศึกษาค้นคว้าวิธีการสร้างเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.4 กำหนดวิธีการและแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้

1.1.6 กำหนดรูปแบบและวิธีการประเมินผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนและพัฒนาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.7 ทดสอบดำเนินการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.8 ปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงและพัฒนาแล้ว ไปใช้ในการจัดการสอนต่อไป

1.2 การทดสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

1.2.1 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตรงตามเนื้อหาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item – Objective Congruence : IOC) โดยกำหนดผลรวมจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 จึงถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน สามารถนำไปใช้ได้

1.2.2 นำเครื่องมือที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ กลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ต้องมีจุดประสงค์ที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ จิตพิสัย พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย ส่วนการกำหนดสมรรถนะของผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 5 ข้อ แต่ให้นำมาเฉพาะข้อที่ต้องการให้นักเรียนได้สมรรถนะด้านนั้น ๆ

2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้
 ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวเลือกที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ ควรเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน และ
 เป็นสิ่งที่นักเรียนรู้จัก

1.2.3 นำเครื่องมือที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียน
 กลุ่มที่จะใช้ทดสอบเพื่อค่าคุณภาพเครื่องมือ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 และนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 46 คน

1.2.4 นำเครื่องมือไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่จะใช้ทดสอบเพื่อค่าคุณภาพ
 เครื่องมือ จำนวน 46 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องมือ โดยเฉพาะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
 กิจกรรม รวมถึงค่าอำนาจจำแนก และความยากง่ายของแบบทดสอบ

1.2.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือจากนั้นดำเนินการจัดพิมพ์เป็นฉบับที่
 สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ้งทุ่งเรือง
 จำนวน 27 คน

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทางการวิจัยโดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นที่ผ่านการ
 ตรวจสอบคุณภาพแล้ว นำไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 1
 กุมภาพันธ์ 2564 – 31 มีนาคม 2564 ดังนี้

2.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการศึกษาค้นคว้าเสนอ
 ต่อผู้บริหารโรงเรียนบ้านแจ้งทุ่งเรือง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

2.2 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
 6/4 โรงเรียนบ้านแจ้งทุ่งเรือง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

2.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผล
 การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง แล้วตรวจให้คะแนน
 เก็บคะแนนนี้ไว้

2.4 ดำเนินการทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและ
 ภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 5 แผน ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

2.5 ทดสอบหลังเรียน (Post – test) หลังจากทำการทดลองตามแผนการจัดการ
 เรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
 วิทยาศาสตร์ ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง
 ตรวจให้คะแนนแล้วเก็บคะแนนนี้ไว้

2.6 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) โดยนำคะแนนที่ได้จากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการวัดวัดผลการเรียนรู้

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 11)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หมายถึง ค่าที่หาได้จากผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดของชุดข้อมูลนั้น สัญลักษณ์ที่ใช้ถ้าเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างใช้ $\bar{X}$ และเฉลี่ยของกลุ่ม สูตรในการคำนวณ ดังสมการที่ 3.1

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนตัวอย่างทั้งหมด

1.2 ร้อยละ (Percentage) หรือเปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเลขที่แสดงถึงสัดส่วนของตัวเลขจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งออกเป็นร้อยละ อย่างเช่น 1 เปอร์เซนต์ หมายถึง 1/100 ซึ่งอาจจะเขียนเป็น 1% โดยใช้สูตรของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 12) ดังสมการที่ 3.2

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ตัวเลขที่ต้องการเปรียบเทียบ
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หมายถึง ค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ เพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย และค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย คำนวณจากสูตรดังสมการ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 15) ดังสมการที่ 3.3

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ในการหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence : IOC) ซึ่งค่าที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ประเมินหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ IOC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 117) ดังสมการที่ 3.4

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจการจำแนก และค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยค่าที่ได้มาจากนักเรียนกลุ่มที่จะใช้ทดสอบเพื่อค่าคุณภาพเครื่องมือ

3.1 สถิติที่ใช้หาค่าอำนาจการจำแนก

ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบในการจำแนก ผู้ถูกทดสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มได้คะแนนสูงและกลุ่มได้คะแนนต่ำได้อย่างชัดเจน หรือหมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่จำแนกความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัด โดยสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนสูงออกจากกลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำ เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบครั้งเดียว โดยใช้ดัชนีบี (B – Index) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 214) ดังสมการที่ 3.5

$$B = U/N_1 - L/N_2$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น
	N	แทน	จำนวนคนผ่านเกณฑ์
	L	แทน	จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น
	N ₂	แทน	จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์

3.2 การหาค่าความยาก (P) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือหมายถึง จำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้น ๆ ถูก โดยใช้ สูตรของแบรนแนน (สมนึก กัททิษณี, 2546, น. 25) ดังสมการที่ 3.6

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

4. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน โดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I) ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งคูเรื่อ ที่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง “โคมถ่านนา” (สมนึก กัททิษณี, 2546, น. 31) ดังสมการที่ 3.7

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$\text{หรือ } E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	จำนวนนักเรียน x คะแนนเต็ม

การหาค่า E.I. สามารถแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น.32)
 ดังสมการที่ 3.8

ดัชนีประสิทธิผล =

$$\frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$\text{หรือ } E.I. = \frac{P_2\% - P_1\%}{100 - P_1\%}$$

เมื่อ	$P_1\%$	แทน	ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	$P_2\%$	แทน	ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	จำนวนนักเรียน x คะแนนเต็ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้เสนอผลงานการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6

ระยะที่ 1 การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้สร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยได้นำแบบสอบถามดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน และทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบคำนวณตามสูตรการหาค่า (Index of Item – Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้ เนื่องจากค่า IOC ที่ได้มากกว่า 0.5

ผลการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรื่องจำนวน 27 คน โดยที่การสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ พฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหา พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน และพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียน ตามลำดับ พบว่า

1. ผลการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน จากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พฤติกรรม การเรียนรู้	รูปแบบ การเรียนรู้ A (สำรวจภูมิปัญญา ท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ B (สังเกตและระบุ ปัญหาภูมิปัญญา ท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ C (ตรวจสอบ ความรู้เดิม)	รูปแบบ การเรียนรู้ D (การเฝ้าความสนใจ ด้วยภูมิปัญญา ท้องถิ่น)
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	2.10	3.09	1.89	2.90
ร้อยละ	52.41	77.22	47.22	72.41

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ รูปแบบการเรียนรู้ B ($\bar{X} = 3.09$, ร้อยละ 77.22) รองลงมา คือ รูปแบบการเรียนรู้ D ($\bar{X} = 2.90$, ร้อยละ 72.41) ถัดไป คือ รูปแบบการเรียนรู้ A ($\bar{X} = 2.10$, ร้อยละ 52.41) และสุดท้าย คือ รูปแบบการเรียนรู้ C ($\bar{X} = 1.89$, ร้อยละ 47.22) ตามลำดับ

2. ผลการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างเรียนด้านเนื้อหาวิชา จากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียน ซึ่งผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหา ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหาวิชาของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถาม
พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พฤติกรรม การเรียนรู้	รูปแบบ การเรียนรู้ E (ศึกษาค้นคว้าและ การสำรวจเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ F (การตั้งสมมติฐาน)	รูปแบบ การเรียนรู้ G (การเข้าใจปัญหา ภูมิปัญญาท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ H (การอธิบาย เกี่ยวกับภูมิปัญญา ท้องถิ่น)
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	2.89	2.16	2.42	2.53
ร้อยละ	72.13	54.07	60.46	63.33

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ รูปแบบการเรียนรู้ E ($\bar{X} = 2.89$, ร้อยละ 72.13) รองลงมา คือ รูปแบบการเรียนรู้ H ($\bar{X} = 2.53$, ร้อยละ 63.33) ถัดไป คือ รูปแบบการเรียนรู้ G ($\bar{X} = 2.42$, ร้อยละ 60.46) และสุดท้าย คือ รูปแบบการเรียนรู้ F ($\bar{X} = 2.16$, ร้อยละ 54.07) ตามลำดับ

3. ผลการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติ จากที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พฤติกรรม การเรียนรู้	รูปแบบ การเรียนรู้ I (ขยายความรู้)	รูปแบบ การเรียนรู้ J (การสังเคราะห์ ความรู้)	รูปแบบ การเรียนรู้ K (การรวบรวมและ วิเคราะห์ข้อมูล)	รูปแบบ การเรียนรู้ L (การทดลอง)
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	2.55	2.38	3.08	2.00
ร้อยละ	63.70	59.44	76.94	49.91

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการสำรวจพฤติกรรมระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ รูปแบบการเรียนรู้ K ($\bar{X} = 3.08$, ร้อยละ 76.94) รองลงมา คือ รูปแบบการเรียนรู้ I ($\bar{X} = 2.55$, ร้อยละ 63.70) ถัดไป คือ รูปแบบการเรียนรู้ J ($\bar{X} = 2.38$, ร้อยละ 59.44) และสุดท้าย คือ รูปแบบการเรียนรู้ L ($\bar{X} = 2.00$, ร้อยละ 49.91) ตามลำดับ

4. ผลการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังเรียน จากที่ผู้วิจัย ได้วิเคราะห์ผลการสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนของผู้เรียน ดังตารางที่ 4.4

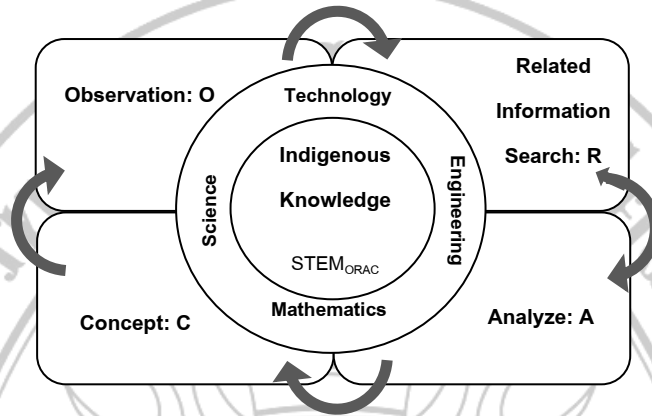
ตารางที่ 4.4 พฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนของผู้เรียน จากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6

พฤติกรรมการเรียนรู้	รูปแบบ การเรียนรู้ M (นำความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ไปใช้)	รูปแบบ การเรียนรู้ N (นำเสนอคำอธิบาย เกี่ยวกับภูมิปัญญา ท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ O (ประเมินผล การสร้างชิ้นงานภูมิ ปัญญาท้องถิ่น)	รูปแบบ การเรียนรู้ P (สรุปความคิด รวบยอดเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่น)
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	2.43	2.14	2.10	3.33
ร้อยละ	60.74	53.52	52.40	83.36

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการสำรวจพฤติกรรมหลังเรียนของผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ย ของพฤติกรรมการเรียนรู้ก่อนเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีคะแนนเฉลี่ย มากที่สุด คือ รูปแบบการเรียนรู้ P ($\bar{X} = 3.33$, ร้อยละ 83.36) รองลงมา คือ รูปแบบการเรียนรู้ M ($\bar{X} = 2.43$, ร้อยละ 60.74) ถัดไป คือ รูปแบบการเรียนรู้ N ($\bar{X} = 2.14$, ร้อยละ 53.52) และสุดท้าย คือ รูปแบบการเรียนรู้ O ($\bar{X} = 2.10$, ร้อยละ 52.40) ตามลำดับ

ดังนั้น จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากค่าเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละตอน ตารางที่ 4.1 – 4.4 ได้รูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้ รูปแบบการเรียนรู้ B, รูปแบบการเรียนรู้ E, รูปแบบการเรียนรู้ K, และรูปแบบการเรียนรู้ P ซึ่งตรงกับรูปแบบการเรียนรู้ ระบุปัญหาภูมิปัญญา

ท้องถิ่นศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปความรู้รวบรวมเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 : กระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น (STEM_{ORAC})

กระบวนการเรียนรู้ตามแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น STEM_{ORAC} ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสังเกตและระบุปัญหาภูมิปัญญาท้องถิ่น (Observation: O) เป็นขั้นที่ต้องมีการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 จากสถานการณ์เหตุการณ์ หรือวัสดุ สิ่งของต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น จากนั้นระบุปัญหาหลังการสังเกต และพยายามหาคำตอบของปัญหานั้น ทำให้ได้ความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ขึ้น
2. ขั้นศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Related Information Search: R) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องค้นหาข้อเท็จจริง หรือหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งรวบรวมประเด็นความรู้และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาจมีการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต สอบถามผู้รู้ ปราชญ์ชาวบ้าน รวมทั้งทดสอบหรือทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาเป็นต้น
3. ขั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze: A) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องมีการลงมือปฏิบัติ โดยอาศัยความรู้จากข้อมูลที่ได้สืบค้น เพื่อแก้ไขปัญหา โดยมีออกแบบ การวางแผน ดำเนินการแก้ไขปัญหา อย่างเป็นระบบ และนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง การค้นคว้า การทดสอบ หรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผล

4. ขั้นสรุปความรู้รวบยอดเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Concept: C) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องมีการสรุปความรู้เรื่องนั้น ๆ และมีการเผยแพร่แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน และนำความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์

กระบวนการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นตอน มีการสอดแทรกเนื้อหา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) รวมถึงมีการสอดแทรกเนื้อหาความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ในกระบวนการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEM_{ORAC} จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้บูรณาการที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ได้ลงมือปฏิบัติ คิดแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยการเรียนรู้การสอนในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายในการสอนที่สำคัญคือ ผู้เรียนมีทักษะชีวิต ทักษะการคิด และทักษะด้านไอที

ระยะที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่า

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น จากผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E₁) การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรื่องชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 27 คน ซึ่งได้ผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน และเครื่องมือวัดสมรรถนะประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาจากการประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1)

คะแนน	แผนที่ 1 (10)	แผนที่ 2 (10)	แผนที่ 3 (10)	แผนที่ 4 (10)	แผนที่ 5 (20)	รวมคะแนน ระหว่างเรียน (60)
ค่าเฉลี่ย	8.33	8.33	8.70	8.30	16.52	50.56
S.D.	0.85	1.03	0.74	1.00	0.98	0.12
ร้อยละ	84.07	84.44	87.41	84.44	82.59	84.26

จากตารางที่ 4.5 คะแนนระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและ ภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง ตามเกณฑ์ 80/80 ผลการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.26 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ กล่าวคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.26

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น จากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (E_2)

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรือง จำนวน 27 คน ที่ได้รับการจัด การเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ
 สะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของ
 นักเรียนระดับประถมศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมาย
 ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (E_2)

คะแนน	คะแนนผลการทำแบบทดสอบ	
	ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
ค่าเฉลี่ย	8.37	16.74
S.D.	2.77	2.07
ร้อยละ	41.85	83.70

จากตารางที่ 4.6 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนบ้านแจ่งกู่เรือ จำนวน 27 คน ได้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 8.37 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 16.74 คะแนน และค่าร้อยละของผลการเรียนรู้หลังเรียนเท่ากับ 83.70

ดังนั้น การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและ
 ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ผลการทดสอบ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้
ระหว่างเรียน E_1	84.26	84.26/83.70
หลังเรียน E_2	83.70	

จากตารางที่ 4.7 ผลการหาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้คะแนนระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.26 (E_1) และมีคะแนนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.70 แสดงว่า กระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.26/83.70 ซึ่งสูงกว่าตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

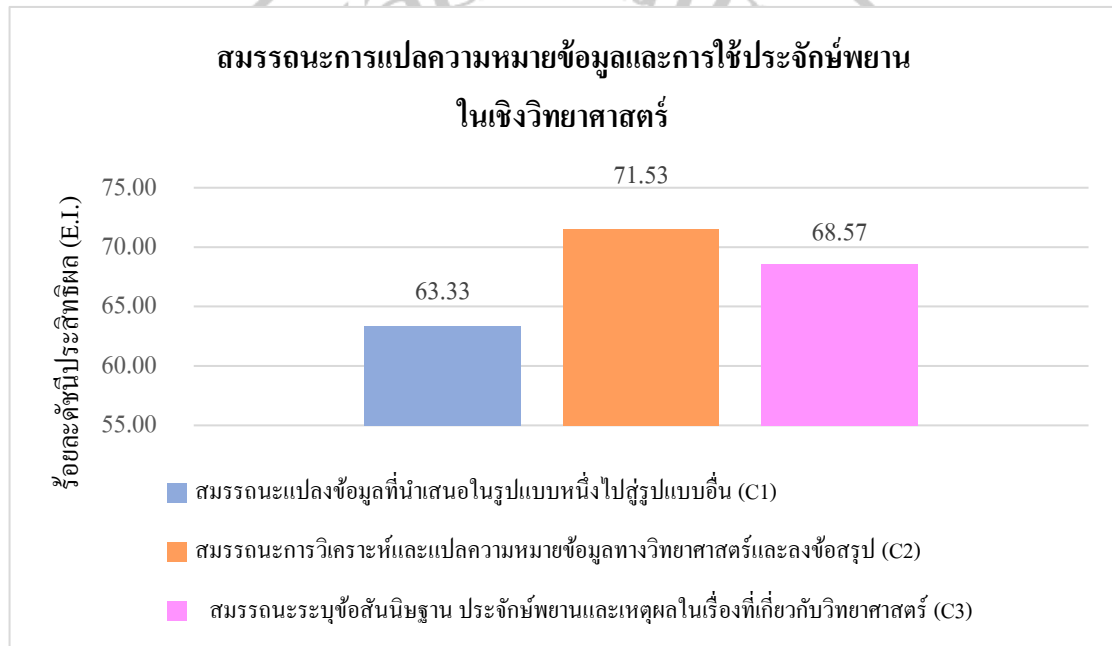
3. การศึกษาการยกระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งกู๋เรื่อง จำนวน 27 คน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) การเรียนรู้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับประถมศึกษาศึกษา

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
27	20	7.64	16.04	0.6766

จากตารางที่ 4.8 จากการทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 7.64 คะแนน ผลคะแนนของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 16.04 คะแนน เมื่อคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ได้เท่ากับ 0.6766 หมายความว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หรือสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อย่อย สามารถสรุปเป็นแผนภูมิประสิทธิผลของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.2 : ประสิทธิภาพของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ สมรรถนะการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.7153 คิดเป็นร้อยละ 71.53 รองลงมา คือ สมรรถนะระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3) มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.6857 คิดเป็นร้อยละ 68.57 และน้อยที่สุด คือ สมรรถนะแปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.6333 คิดเป็นร้อยละ 63.33

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และ 2) เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บ้านแจ่งคู่อ้อม อำเภอรำไพบุรี จังหวัดชัยภูมิ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้การศึกษา ประกอบด้วย แบบสอบถามพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง แบบประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน – หลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งคู่อ้อม อำเภอรำไพบุรี จังหวัดชัยภูมิ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า ORAC Model ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและระบุปัญหาภูมิปัญญาท้องถิ่น (Observation : O) โดยในขั้นนี้ ควรมีการจัดกิจกรรมโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเกต โดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ว่าจะเป็นหู ตา จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เพื่อสังเกตเหตุการณ์ สถานการณ์ รวมถึง วัสดุ สิ่งของ ต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้ตัว เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการกำหนดปัญหาจากสิ่งที่สังเกต

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Related Information Search : R) ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากขั้นที่ 1 ผู้เป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้า หรือสืบค้นข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อทำความเข้าใจปัญหา และหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ อาจมีการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ตำรา หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต สอบถามผู้รู้ ปราชญ์ชาวบ้าน รวมทั้งทดสอบหรือทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาเป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze : A) เป็นขั้นตอนที่มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทั้งหมดมาออกแบบ วางแผน เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน โดยการแก้ไขปัญหามีสามารถทำได้โดยการทดลอง ทดสอบ สร้างชิ้นงาน สร้างแบบจำลอง และนำข้อมูลที่ได้ออกมาสังเกต ทดลอง การค้นคว้า การทดสอบ หรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผล ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไขปัญหาย่อย

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปความรู้รวบยอดเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Concept : C) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องมีการสรุปความรู้เรื่องนั้น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีการเผยแพร่แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน และนำความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์

2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่นวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นได้คะแนนรวมระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 50.56 คิดเป็นร้อยละ 84.26 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 16.70 คิดเป็นร้อยละ 83.70 แสดงว่า กระบวนการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.26/83.70 ซึ่งสูงกว่าตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

3. ผลการศึกษาการยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ผ่านการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิภาพของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 0.6766 แสดงว่านักเรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้น 0.6766 คิดเป็นร้อยละ 67.66 เมื่อเปรียบเทียบดัชนีประสิทธิผล (E.L.) ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อย่อย พบว่า สมรรถนะที่มีประสิทธิผลเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ สมรรถนะ

การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2) มีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7153 คิดเป็นร้อยละ 71.53 รองลงมา คือ สมรรถนะระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3) มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6857 คิดเป็นร้อยละ 68.57 และน้อยที่สุด คือ สมรรถนะแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1) มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6333 คิดเป็นร้อยละ 63.33

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งคูเรือ อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ อภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและระบุปัญหาภูมิปัญญาท้องถิ่น (Observation : O) ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Related Information Search : R) ขั้นที่ 3 ขั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze : A) และขั้นที่ 4 ขั้นสรุปความรู้รวบยอดเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Concept : C) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนา ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ตามสมรรถนะของ นักเรียนในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่ได้เกิดจากการวิเคราะห์บริบทของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งคูเรือ รวมทั้งการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E, 7E และวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์) และการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) เพื่อให้ได้ แบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ทำแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นได้มีการบูรณาการวิชาทั้ง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สอดแทรกอยู่ในแต่ละ ขั้นตอน ซึ่งเหมาะกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนประถมศึกษา เนื่องจากได้มีการ บูรณาการความรู้ที่หลากหลาย เป็นการลดเนื้อหาวิชาที่ซ้ำซ้อน แต่ยังได้รับความรู้ที่ครบถ้วน ตามตัวชี้วัดที่ควรรู้ อีกทั้งได้เรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นทำให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้เข้ากับวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ไมรอน แอดกิน, โรเบิร์ต คาร์พลัส (Myron Atkin & Robert Karplus, 1960, p. 45 – 51) เป็นผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในโครงการ

พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program : SCIS) ประกอบด้วย วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 3 ขั้นตอน คือ การสืบค้น (Exploration) การนำเสนอแนวคิดใหม่ (Concept Introduction) และการสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน (Concept Attainment) จากนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), (2546, น. 44 – 45) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน โดยพัฒนากระบวนการเรียนรู้มาตามลำดับในระยะแรกเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่แก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย โดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและประเมินผลการแก้ปัญหา สรุปเป็นความรู้ใหม่และได้พัฒนาต่อมา เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) และงานวิจัยของ พิชชาภรณ์ ปะดังดาโต, เนตรชนก จันทร์สว่าง และศักดิ์พงศ์ หอมหวาน (2557, น. 185 – 202) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุมชน มี 6 ขั้นตอน คือ รู้เหตุ รู้ผล รู้ตน รู้กาล นำมาประยุกต์ใช้ และสร้างภูมิคุ้มกันให้ตนเอง เป็นการเรียนรู้ผ่านวิถีการดำรงชีวิตแบบไทย ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่สามารถถ่ายทอดเพื่อนำไปสู่ฐานคิดห้องเรียนของการบริโภคอย่างยั่งยืนมากที่สุด

2. ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.26/83.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้นำไปใช้ในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้มีการลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการสื่อสาร อีกทั้งทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะหนึ่งตามแนวคิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) สอดคล้องกับ กนิษฐา ทัพมอญ (2559, น. 25 – 36) ได้การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชื่อว่า PTPRA Model มีกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation : P) 2) ขั้นเชื่อมโยงความคิด (Transfer : T) 3) ขั้นปฏิบัติร่วมเรียนรู้ (Practicing : P) 4) ขั้นสะท้อนคิดร่วมกัน (Reflecting : R) และ 5) ขั้นชื่นชมผลงาน (Assessment : A) เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย และจะต้องสอนซ้ำ ซ้ำ ทวน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดทักษะ เป็นการเรียนจากประสบการณ์ที่เชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมไปหาองค์ความรู้ใหม่ ด้วยกระบวนการปฏิบัติจริงทำให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ความรู้ รู้จักนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น รู้จักสร้างผลงานและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่มหรือในห้องเรียน การทำกิจกรรมที่หลากหลายเช่นนี้จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจำได้แม่นยำและงานวิจัยของ และสอดคล้องกับ สุทธาณี กรุดเงิน และพรสิริ เอี่ยมแก้ว (2564, น. 189 – 202) ได้ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการบูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) วิศวกรรม (Engineer) เทคโนโลยี (Technology) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ร่วมกับการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนโดยการใช้คำถาม ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากการที่ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงาน

3. ผลการศึกษาการยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิภาพของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เพิ่มขึ้น และสมรรถนะย่อยที่ศึกษาซึ่งได้แก่สมรรถนะแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1) สมรรถนะการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2) และ สมรรถนะระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3) มีประสิทธิผลเพิ่มขึ้นทุกสมรรถนะ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีการบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเน้นให้ผู้เรียนได้มีการฝึกการคิด การแก้ปัญหา จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นเป็นตอนตามหลักการวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลอง ส่งผลให้สามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์จากแบบจำลองหรือชิ้นงานเข้ากับความรู้วิทยาศาสตร์ได้ ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ จิตาริและคนอื่น ๆ (Jitaree, et al., 2017, p. 202 – 213) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

และด้านการใช้ประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เนื่องจากมีการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาวิชาที่หลากหลายโดยสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พรสวรรค์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี (2560, น. 210) ซึ่งได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนสามารถตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และการงานอาชีพและเทคโนโลยี มาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีผลการประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับวรรณิสา ร้อยกรอง และธิดิยา บงกตเพชร (2562, น. 135 – 157) ได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มทักษะต่าง ๆ ที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างดำเนินกิจกรรมโดยบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ คิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ หาความรู้มาผ่านการทำงานกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ โดยทั้งหมดจะทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเรียนรู้สิ่งที่ลึกซึ้งอย่างยั่งยืน

เมื่อเปรียบเทียบดัชนีประสิทธิผลประสิทธิผล (E.I.) ของสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อย่อย พบว่า สมรรถนะที่มี ประสิทธิผลเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ สมรรถนะการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2) มีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7153 คิดเป็นร้อยละ 71.53 รองลงมา คือ สมรรถนะระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3) มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6857 คิดเป็นร้อยละ 68.57 และน้อยที่สุด คือ สมรรถนะแปลงข้อมูล ที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1) มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6333 คิดเป็นร้อยละ 63.33 เนื่องจากกิจกรรมที่จัดขึ้นในแต่ละแผนการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลความรู้ด้วยตนเอง และมีการจดบันทึกสรุปและแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ในชั้นเรียน จึงส่งผลให้มีประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้นที่สุด สอดคล้องกับสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทูเซล (Tucel, 2016, p. 102) ระบุว่า การใช้เทคนิคการเขียนร่วมกับการทำกิจกรรมการทดลอง แบบปกติสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมาย

ข้อมูลได้ดีขึ้น เพราะเนื่องจากนักเรียนได้จัดบันทึกและเขียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกขั้นตอน เก็บข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วนจนนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากที่สุด ผู้สอนควรทำหน้าที่ในการให้คำแนะนำ สำหรับการสำรวจตรวจสอบข้อมูลของนักเรียนและสอดคล้องกับ วรรณิสา ร้อยกรอง และธิดยา บงกตเพชร (2562, น. 135) ได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ และจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสืบเสาะและลงมือสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูล หาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน เพื่อตีความแปลความ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปความรู้

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู่เรื่อง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ มีข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นผู้ทำเป็น คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น อย่างเป็นระบบ รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการบูรณาการเข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมความสามารถการเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นความสนใจ และเพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในแง่ของการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง “โคมล้านนา” ก่อนข้างใช้เวลานานในส่วนของการสร้างชิ้นงาน เนื่องจากเป็นชิ้นงานที่ผู้เรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ดังนั้น ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกเหนือจากในชั่วโมงเรียนด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่มีการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้ครบทั้งสามสมรรถนะ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความรับผิดชอบและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
2. ควรมีการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



บรรณานุกรม

- กนิษฐา ทัพมอญ, วาริรัตน์ แก้วอุไร, อมรรัตน์ วัฒนาร และอังคณา อ่อนธานี. (2559). การพัฒนา
รูปแบบการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดสมองเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 18(2), 25 – 36.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด.
- คฤห์สัด บุญเย็น. (2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
กับการสอนตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันราชภัฏ
อุบลราชธานี).
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557).
*ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และ
ทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554).
กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- จินตนา ศรีบุญญารัตน์ และวิสาข์ จิตวิวัฒน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
ที่บูรณาการกลยุทธ์การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงใน
ศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.
วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 7(1), 148 – 162.
- จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558).
การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียน
ระดับประถมศึกษา. วารสารวิชาการ ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และ
ศิลปะ, 8(1), 62 – 74.

- ชนาธิป พรกุล. (2551). *การออกแบบการสอน*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลีรัตน์ พะยอมแย้ม และรัตนา หิรัญโรจน์. (2558). การวิจัยและพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ขนมหินแป้งหมักชุมชนโพรงมะเดื่อ. *วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย*, 10(1), 43 – 56.
- ดวงจันทร์ แก้วกพาน, จันทรจิรา ไพบูลย์นำทรัพย์, รุ่งไพลิน ฤทธิ์พนา และชิสัพพัชร์ ชูทอง. (2563). การออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการ Veridian E – Journal, Silpakorn University*, 12(3), 397 – 414.
- ทิสนา แคมมณี. (2548). *เมนูงานเค็ด : แผนการจัดการเรียนรู้คัดสรร*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ทิสนา แคมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทวัน จันทร์กลั่น. (2557). การศึกษาปัญหาและแนวทางการบริหารจัดการคุณภาพในการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม).
- น้ำฝน กุเจริญไพศาล, สุภาพร บุตรสัย และสุดาร์ตน์ คำอ้น. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(2), 118 – 134.
- ประเวศ ะสี. (2534). *การสร้างสรรค์ภูมิปัญญาไทยเพื่อการพัฒนา*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2546). วิทยาศาสตร์ศึกษากับภูมิปัญญาท้องถิ่น. *วารสารศูนย์บริการวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 11(1), 65 – 68.
- ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 153 – 166.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา

- พิชชาภรณ์ ปะดังดาโต, เนตรชนก จันทร์ สว่าง และศักดิ์พงศ์ หอมหวาน. (2557). กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุมชน เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 8(2), 185 – 194.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49 – 56.
- พรสวรรค์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(3), 210 – 223.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). *คู่มือการจัดการระบบการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้*. พระนครศรีอยุธยา : โรงพิมพ์เทียนวัฒนาพรินท์ติ้ง.
- มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์. (2542). *สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคเหนือ เล่ม 13 สังเกต-สุพรรณฉกกวัดติราช*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์เลิฟเพรส.
- วารงณา ทองนพคุณ. (ม.ป.ป.). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในอนาคต (21st Century Skills : The Challenges Ahead). สืบค้นจาก <http://www.education.pkur.ac.th>.
- วารภรณ์ ศรีวิโรจน์, สิริินภา กิจเกื้อกูล, วาริรัตน์ แก้วอุไร และวิไลวรรณ วิภาจักษณกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(3), 1 – 13.
- วรรณิศา ร้อยกรอง และธิดา บงกตเพชร. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 14(3), 135 – 148.

- วิจารณ์ พานิช. (2556). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัท ตาตา ปับลิเคชั่น.
- วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์. (2542). *การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น: สานต่อที่ท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ : บริษัท เซ็นเตอร์ดีสคัฟ เวอร์รี่ จำกัด.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอชิป จิตฤกษ์. (2556). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษา เพื่อศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส ปับลิชชิง เฮาส์.
- สุนิสา บางวิเศษ และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2562). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 13(3), 184 – 195.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*.
ขอนแก่น : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2527). “การวิจัยเชิงบรรยาย” ในการวิจัยทางการศึกษา : หลักการและวิธีการสำหรับนักวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศานิกานต์ เสนิงวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยกบไอรังามิ. *นิตยสาร สสวท.*, 42(158), 30 – 31.
- ศิริพร จิปนวัฒนา. (2551). *หลักการจัดการเรียนรู้ (Principles of Learning Management)*.
เชียงใหม่ : สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่.
- ศรัววรรณ ฉัตรสุริยวงศ์. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามูลฐานท้องถิ่น. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 13(2), 132 – 144.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้ รายงานจากการประเมินผล นักเรียนนานาชาติ PISA 2006*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). *ความรู้เบื้องต้นเพิ่มเติม*.

กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสค.

ศูนย์ PISA สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). *คู่มือการจัดกิจกรรมฐาน เพื่อเตรียมความพร้อมบุคลากรระดับสถานศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขับเคลื่อน แผนการยกระดับผลการประเมิน PISA 2018 ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์. (2556). *ปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21*.

กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

สุทธาธิณี กรุดเงิน และพรสิริ เอี่ยมแก้ว. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 16(3), 189 – 202.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันนี้*. กรุงเทพฯ: สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).

สุมน อมรวิวัฒน์. (2533). *สมบัติพิพธ์ของการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางอาชีพและเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2652). *โคมมูนล้านนา*. สืบค้นจาก

<http://library.cmu.ac.th/ntic/lannatradition/yeepeng-chomyeepeng.php>

อาทิตยา ขาวพราย. (2562). การพัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร*, 21(1), 55 – 62.

อุไรวรรณ ภูจำพล และวาสนา กิรติจำริณ. (2561). การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า และแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(1), 243 – 250.

- Açıkgül, E. (2020). Science, Technology, Engineering, and Mathematics Integration: Science Teachers' Perceptions and Beliefs. *Science Education International*, 31(1), 104 – 116.
- Aydin, G. (2020). Prerequisites for Elementary School Teachers before Practicing STEM Education with Students: A Case Study. *Eurasian Journal of Educational*, 88(1), 1 – 40.
- Babbie, Earl. (1989). *The Practice of Social Research*. (5th ed). Belmont: Wadsworth.
- Budnitz, N. (2003). *What do We Mean by Inquiry?* Retrieved from http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J.O. (2001). *The Systematic Design of Instruction*. (5th ed.). New York: Pearson Education.
- Edward M. Reeve. (2013). Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). Utah, USA: Utah State University School of Applied Sciences, Technology, and Education Technology and Engineering Education Logan.
- Priyambodo, E., & Wulaningrum, S. (2017). Using Chemistry Teaching Aids Based Local Wisdom as an Alternative Media for Chemistry Teaching and Learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(4), 295 – 298.
- Gagné, R.M., Wager, W.W., Golas, K.C., & Keller, J.M. (2005). *Principles of Instructional Design*. (5th ed.). Connecticut: Thomson Wadsworth.
- Hough, J.B., & Duncan, J.K. (1970). *Teaching: Description and Analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Book.
- Hills, P. J. (1982). *A Dictionary of Education*. London: Routledge & Kegan Page.
- Izgi, S., & Kalaycı, S. (2020). The Effect of the Stem Approach Based on the 5E Model on Academic Achievement and Scientific Process Skills: The Transformation of Electrical Energy. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(13), 1578 – 1629.

- Jitaree, R., Uaiy, V., & Keawurai, W. (2017). The Development of Instruction Model Based on Constructivist Learning Theory and STEM Education Approach to Enhance Analysis Thinking and Scientific Literacy for Mathayomsuksa 1 Student. *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 202 – 212.
- Mager, R.F. (1975). *Preparing Instructional Objectives*. (2nd ed.). Belmont, CA: Fearon-Pitman.
- Moore, K.D. (1992). *Classroom Teaching Skills*. New York: McGraw – Hill.
- Smith, P.L., & Ragan, T.J. (1999). *Instructional Design*. (2nd ed.). New Jersey: Prentice – Hall.
- Shambaugh, R.N., & Magliaro, S.L. (1997). *Mastering the Possibilities*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Seels, B., & Glasgow, Z. (1990). *Exercises in Instructional Design*. Columbus, OH: Merrill.
- Ramdiah, S., Abidinsyah, A., Royani, M., Husamah, H., Fauzi, A. (2020). South Kalimantan Local Wisdom – based Biology Learning Model, European. *Journal of Educational Research*, 9(2), 639 – 654.
- Suratno, W.B., Chang, CY., Retnowati, A., & Yushardi. (2020). Exploring a Direct Relationship between Students' Problem Solving Abilities and Academic Achievement: A STEM Education at a Coffee Plantation Area. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 221 – 224.
- Tucel, T.S. (2016). *Exploring the Effects of Science Writing Heuristic (SWH) Approach on the Eight Grade Students' Achievement, Metacognition and Epistemological Beliefs*. (Thesis of Doctor of Philosophy, University of Iowa Faculty of the Graduate School of Social Sciences).



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการทำวิทยานิพนธ์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้แก่ 1) แบบสำรวจพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและ ภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา และ 3) แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1. นางรุ่งทิพา กาชัย

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนพร้าวิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่

2. นางสาวโสภา สามแก้ว

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนบ้านต้นรุ้ง จังหวัดเชียงใหม่

3. นางสาววรุณี เพียรประกอบ

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

โรงเรียนบ้านสันกลาง จังหวัดเชียงใหม่

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๔ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางรุ่งทิพา กาซัย
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพร้าววิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวอัญชลี สมพงษ์ทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษ ที่ ๒๑ เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๙๙/-๒๖๓-๙๑๔๑

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวโสภา สามแก้ว
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านต้นรุ้ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวอัญชลี สมพงษ์ทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษ ที่ ๒๑ เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๙๓๗-๒๖๓-๙๑๘๘

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาววารุณี เพียรประกอบ
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านสันกลาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวอัญชลี สมพงษ์ทอง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษ ที่ ๒๑ เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๙๓/-๒๖๓-๙๑๘๑

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา
3. แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ
4. แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้

แบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง รูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่ได้รับเกียรติให้ตอบแบบสอบถามนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนไว้ ณ โอกาสนี้ วัตถุประสงค์ของแบบสอบถามนี้ เพื่อทราบข้อมูลหรือความต้องการเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งคูเรือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเองและนักเรียนในรุ่นต่อ ๆ ไป ถ้าข้อมูลที่นักเรียนกรอกนั้นตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน มี 4 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามตอนนี้มีจำนวน 30 ข้อ แต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ ซึ่งบ่งชี้ถึงข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและลักษณะการปฏิบัติที่นักเรียนมีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คำตอบในแต่ละข้อไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึกรู้จักคิดและการปฏิบัติที่ต่างกันไป นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้อาจถูกเก็บเป็นความลับ จึงขอให้นักเรียนเลือกตอบให้ตรงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
(นางสาวอัญชลี สมฟองทอง)
ผู้วิจัย

ตอนที่ 1

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง [] หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับสภาพ

ความเป็นจริงของนักเรียน

1. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/..... โรงเรียนบ้านแจ้งคูเรือง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพศ [] ชาย [] หญิง
3. ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปีการศึกษาที่ผ่านมา.....
4. ผลการเรียนเฉลี่ยทุกวิชาปีการศึกษาที่ผ่านมา.....

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ขอให้ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามและคำตอบในแต่ละข้อให้ครบทุกคำตอบเสียก่อน แล้วพยายามให้ระดับคะแนนคำตอบที่นักเรียนเห็นด้วยหรือตรงกับสภาพการปฏิบัติจริงของนักเรียน มากที่สุด ไปจนถึงคำตอบที่นักเรียนเห็นด้วยหรือตรงกับการปฏิบัติจริงของนักเรียน น้อยที่สุด ลงในช่อง [] ทางด้านขวามือที่ตรงกับคำตอบแต่ละคำตอบ ให้ครบทุกคำตอบ ตามข้อตกลงดังต่อไปนี้

ให้คะแนน 4 สำหรับคำตอบที่เห็นด้วยหรือปฏิบัติ มากที่สุด

ให้คะแนน 3 สำหรับคำตอบที่เห็นด้วยหรือปฏิบัติ มาก

ให้คะแนน 2 สำหรับคำตอบที่เห็นด้วยหรือปฏิบัติ ปานกลาง

ให้คะแนน 1 สำหรับคำตอบที่เห็นด้วยหรือปฏิบัติ น้อยที่สุด

ตัวอักษร A - O ที่อยู่ด้านบนของตาราง ใช้ สำหรับผู้วิจัย เท่านั้น นักเรียนไม่ต้องคำนึงถึงในการตอบแบบสอบถาม

ตัวอย่าง

รูปแบบการเรียนรู้	A	B	C	D
ข้อความ				
(0) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนชอบปฏิบัติอย่างไร				
ก. จดงานหรือขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญที่ครูเน้น			[1]	
ข. เข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอ		[3]		
ค. อ่านหนังสือล่วงหน้าเพื่อเรียนในวันต่อไป				[2]
ง. ทำการบ้านเมื่อใกล้เวลาที่จะต้องส่งครู	[4]			
(00) เมื่อมีการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนปฏิบัติอย่างไร				
ก. พยายามทำให้ดีกว่าเพื่อน	[4]			
ข. ขอคำอธิบายจากเพื่อนก่อนการทำงานเสมอ				[1]
ค. ให้ความร่วมมือกับกลุ่มเมื่อกิจกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียน			[2]	
ง. ทำกิจกรรมตามหน้าที่ของตน		[3]		

จากตัวอย่างข้างต้น แสดงว่า

- ข้อ (0) คำตอบ ก นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ น้อยที่สุด
 คำตอบ ข นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ ปานกลาง
 คำตอบ ค นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ มาก
 คำตอบ ง นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ มากที่สุด
- ข้อ (00) คำตอบ ก นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ มากที่สุด
 คำตอบ ข นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ น้อยที่สุด
 คำตอบ ค นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ ปานกลาง
 คำตอบ ง นักเรียนเห็นด้วยหรือปฏิบัติ มาก

1. ศึกษาพฤติกรรมก่อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	A	B	C	D
(1) นักเรียนมีจุดมุ่งหมายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. สามารถนำความรู้ก่อนเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น ☐ ข. สามารถค้นหาคำตอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ ☐ ค. ได้เรียนรู้สิ่งที่น่าสนใจ และตื่นเต้น และเป็นสิ่งที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ☐ ง. สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ☐	☐	☐	☐	☐
(2) นักเรียนมีการเตรียมตัวก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. อ่านหนังสือก่อนเรียน ☐ ข. ไม่มีการเตรียมใดๆเลย ☐ ค. สอบถามเนื้อหาความรู้จากครูผู้สอนก่อนเรียน ☐ ง. สืบค้น/ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง ☐	☐	☐	☐	☐
(3) หากนักเรียนต้องทวนความรู้เดิม นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ ☐ ข. ให้ผู้สอนถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ☐ ค. สืบค้นข้อมูลจากหัวข้อที่ผู้สอนกำหนด จากอินเทอร์เน็ต ☐ ง. ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น วิดีโอ รูปภาพ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ ☐	☐	☐	☐	☐
(4) หากนักเรียนต้องเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. สังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัวเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ ☐ ข. สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ☐ ค. สอบถามจากครูผู้สอนหรือเพื่อน ☐ ง. อ่านหนังสือเรียนและหนังสือเสริมต่าง ๆ ☐	☐	☐	☐	☐

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	A	B	C	D
(5) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก. สามารถเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปยังสิ่งที่อยู่ไกลตัวได้ ข. เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว สามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้ ค. เป็นวิชาที่ยาก ดังนั้นจึงมักรอครูเฉลย ง. เป็นวิชาที่น่าสนใจ และน่าตื่นเต้น	[]			[]
รวม		[]	[]	

2. ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้เนื้อหา

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	E	F	G	H
(6) นักเรียนชอบสภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใด ก. นักเรียนมีอิสระในการหาความรู้ด้วยตนเอง ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ค. ครูบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง ง. แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง	[]		[]	[]
(7) ข้อต่อไปนี้ ตรงหรือใกล้เคียง กับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงใด ก. หาคำตอบด้วยตนเองเสมอ ข. มักจะนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน ค. พยายามมีส่วนร่วมในการตอบคำถามของครูเสมอ ง. ชอบการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง	[]	[]	[]	[]
(8) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด ก. มักจะถามคำตอบจากครูบ่อย ๆ ข. ใช้ทุกวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งคำตอบ ค. มักจะเป็นผู้นำในการวางแผนการทำการกิจกรรมบ่อยครั้ง ง. แบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนบ่อยครั้ง	[]	[]	[]	[]

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	E	F	G	H
(9) ถ้านักเรียน โคนส้อมเฉลยคำตอบหน้าห้อง นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. รับเฉลยจากคำตอบที่ตัวเองรู้ ข. คอยช่วยบอกเพื่อนให้ทำให้ถูกต้อง ค. ถามคำตอบจากเพื่อนก่อน ง. รับเปิดดูเนื้อหา เพื่อหาคำตอบจากหนังสือเรียน	[]	[]	[]	[]
(10) นักเรียนชอบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้เพียงใด ก. มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน ข. ให้ครูถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนฟังก่อน ค. ได้ออกแบบวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ง. ศึกษาหาความรู้และทำงานด้วยตนเองเสมอ	[]	[]	[]	[]
(11) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ทุกเล่มที่เห็นว่าสำคัญ ข. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เฉพาะเรื่องที่สนใจเท่านั้น ค. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์และนำความรู้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ในชั้นเรียน ง. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เฉพาะที่ครูแนะนำเท่านั้น	[]	[]	[]	[]
(12) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชอบปฏิบัติอย่างไร ก. จดงานหรือขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญที่ครูเน้น ข. แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนบ่อยๆ ค. อ่านหนังสือล่วงหน้า เพื่อเตรียมตัวเรียนในวันต่อไป ง. เตรียมตัววางแผนการทำกิจกรรมมาจากบ้าน	[]	[]	[]	[]
(13) ข้อความต่อไปนี้ ตรงกับความคิดของนักเรียนเพียงใด ก. ชั้นเรียนเป็นแหล่งที่ค้นหาความรู้นอกเหนือจากบทเรียน ข. ชั้นเรียนเป็นที่แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ค. ชั้นเรียนเป็นที่ ๆ นักเรียนสามารถออกแบบวางแผนการเรียนรู้เองได้ ง. ชั้นเรียนเป็นสถานที่ ที่ได้รับความรู้จากการถ่ายทอดจากครู	[]	[]	[]	[]

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	E	F	G	H
(14) เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. วางแผนทำงานให้ดีกว่าเพื่อน ๆ ข. รีบทำให้เสร็จโดยไม่คำนึงถึงผลมากนัก ค. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ง. ทำงานร่วมกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น			[]	
(15) เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ข. แลกเปลี่ยนคำตอบจากเพื่อนบ่อย ๆ ค. วางแผนการทำงานก่อนการลงมือทำ ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานและค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ		[]		[]
รวม				

3. พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการลงมือปฏิบัติ

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	I	J	K	L
(16) นักเรียนชอบกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบใด ก. กิจกรรมที่ต้องมีครูคอยเป็นผู้แนะนำ ข. กิจกรรมที่ต้องมีการทดลองเพื่อหาคำตอบ ค. กิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือซึ่งกันและกันในการปฏิบัติ ง. กิจกรรมที่ต้องได้ฝึกการแก้ปัญหา	[]	[]	[]	[]
(17) นักเรียนมีความเห็นเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก. ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองให้นักเรียนดูก่อน ข. นักเรียนได้มีการทำการทดลองร่วมกันเป็นทีม ค. การทดลองต้องมีคำตอบของประเด็นที่สงสัย ง. การทดลองไม่ได้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	[]	[]	[]	[]

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	I	J	K	L
(18) ก่อนการทดลองวิทยาศาสตร์นักเรียนมีการเตรียมตัวอย่างไร ก. รอทำการทดลองในชั่วโมงอย่างเดียว ข. ศึกษาข้อมูลการทดลองเบื้องต้น ค. รอฟังคำอธิบายจากครูอย่างเดียวหรือรอให้ครูสาธิตการทดลอง ง. ทดลองทำการทดลองมาที่บ้าน			[]	[]
(19) เมื่อมีการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. มักจะทำเฉพาะกิจกรรมการทดลองเท่านั้น ข. นักเรียนปฏิบัติตามวิธีที่ครูเสนอแนะ ค. เข้าร่วมกิจกรรมทุกกิจกรรมโดยเฉพาะกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ ง. มักร่วมเสนอความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกันกับเพื่อน ๆ		[]	[]	[]
(20) นักเรียนชอบปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่อไปนี้ เพียงใด ก. แก้ปัญหาด้วยตนเอง ข. การปฏิบัติทดลอง ค. ครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูก่อน ง. กิจกรรมที่หลากหลายเน้นการลงมือปฏิบัติ		[]	[]	[]
(21) เมื่อมีกิจกรรมนอกห้องเรียน นักเรียนมักปฏิบัติอย่างไร ก. เข้าร่วมเฉพาะกิจกรรมที่รู้ขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน ข. เข้าร่วมกิจกรรมทุกประเภทเท่าที่จะทำได้ ค. เข้าร่วมกิจกรรมที่ได้ออกแบบและวางแผนเอง ง. เข้าร่วมกิจกรรมเฉพาะการทดลองวิทยาศาสตร์	[]		[]	[]
(22) หากนักเรียนได้รับหัวข้อในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร ก. ทดลองหาวิธีการแก้ไขปัญหามากกว่าจะแก้ไขปัญหาคือ ข. ถามวิธีการแก้ปัญหาจากครู ค. หาวิธีการวิธีการแก้ปัญหตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ง. แก้ไขปัญหาจากประสบการณ์	[]	[]	[]	[]

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	I	J	K	L
(23) เมื่อครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนดหรือทำตามที่ครูเสนอแนะ ข. รวบรวมข้อมูลหลากหลายแหล่ง ค. ลองทำด้วยตนเองก่อนเมื่อทำไม่ได้ค่อยทำตามเพื่อน ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	[]			[]
(24) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อใด ก. ครูจะต้องสอนสิ่งที่ถูกต้องเสมอ ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ ค. กิจกรรมการทดลองสามารถอธิบายความเป็นวิทยาศาสตร์ได้ ง. นำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	[]		[]	[]
(25) ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้สร้างแบบจำลองเพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะทำอย่างไร ก. ลงมือปฏิบัติสร้างแบบจำลองตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาไว้ ข. ทำตามวิธีการที่ครูเสนอแนะ ค. สืบค้นวิธีการสร้างด้วยตนเอง ง. ลองทำดูก่อนถ้าสามารถทำได้ค่อยทำใหม่อีกครั้ง	[]		[]	[]
รวม				

4. พฤติกรรมหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	M	N	O	P
(26) หลังจากที่ยื่นเนื้อหาจบนักเรียน ควรปฏิบัติตนอย่างไร ก. นำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ข. นำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ค. นักเรียนแต่ละคนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่สรุปได้ ง. สรุปความรู้เป็นแนวความคิดที่ตนเองเข้าใจ เช่น แผนผังความคิด		[]	[]	[]

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	M	N	O	P
(27) หลังจากที่เราเรียนเนื้อหาจบนักเรียนโดยที่นักเรียนยังไม่เข้าใจนักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. นักเรียนให้เพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้นักเรียนฟัง ข. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างและสรุปเป็นความรู้ของตนเอง ค. เชื่อมโยงความรู้กับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ง. ประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันเพื่อเพิ่มความเข้าใจ	[]			[]
(28) หลังทำกิจกรรมการทดลอง วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร ก. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของการทดลอง ข. ทำแลกเปลี่ยนผลการทำกิจกรรมการทดลองกับเพื่อน ค. ทำการสรุปการทดลองจากผลการทดลอง ง. นำการทดลองไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน	[]	[]		[]
(29) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น นักเรียนมีแนวคิดอย่างไร ก. อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ข. สรุปความเป็นของตนเอง ค. เชื่อมโยงความรู้กับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ง. การทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังทำกิจกรรม	[]		[]	[]
(30) เมื่อนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามจากการบ้านได้ นักเรียนทำอย่างไร ก. พยายามทำเองจากความรู้ที่สรุปไว้ ข. ซักถามจากเพื่อนที่ทำได้ ค. พยายามเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตนเองแล้วนำมาตอบคำถาม ง. เชื่อมโยงความรู้กับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันแล้วนำมาตอบคำถาม	[]	[]		[]
รวม				

ความต้องการ / ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัส ว16101

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่ 6 เรื่อง ปรัชญาการมองโลก

จำนวน 12 ชั่วโมง

แผนการสอนเรื่อง วางแผนและแก้ไขปัญหา

จำนวน 3 คาบ/ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวอัญชลี สมฟองทอง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2. ตัวชี้วัด

ว4.2 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการสร้างคอมมอนส์ได้ (K)
2. ออบแบบคอมมอนส์ได้ (K)
3. สร้างคอมมอนส์ได้ตามแบบที่กำหนด (P)
4. รับผิดชอบและมุ่งมั่นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4. สารสำคัญ

การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลา ที่รวดเร็วจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน

5. สาระการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (คอมมอนส์) เช่น วิธีการทำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้ และการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ต้น

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

สมรรถนะของผู้เรียนตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551	สมรรถนะของวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง PISA	สมรรถนะของผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21
1. ความสามารถในการใช้ ทักษะชีวิต	การแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ - C2 วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	Critical Thinking and Problem Solving: มีทักษะใน การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ และแก้ไขปัญหา ได้

7. การเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education

S: Science วิทยาศาสตร์	T: Technology เทคโนโลยี	E: Engineering วิศวกรรม	M: Mathematics คณิตศาสตร์
<u>เนื้อหา</u> การเคลื่อนที่ของ อากาศ	<u>สืบค้นข้อมูล</u> ใช้อุปกรณ์ ICT ใน การสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ อย่างมี ประสิทธิภาพ	<u>ออกแบบวิธีการ</u> <u>แก้ปัญหา (Solution</u> <u>Design)</u> ประยุกต์ใช้ข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการใน การแก้ปัญหา โดย คำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไข ตามสถานการณ์ที่ กำหนด	<u>เนื้อหา</u> - ความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปของ รูปสามเหลี่ยม - มุมภายในของรูป หลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูป หลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูป และพื้นที่ของวงกลม

9. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสังเกตและระบุปัญหาภูมิปัญญาท้องถิ่น (Observation: O) 10 นาที

1.1 นักเรียนสังเกตการหมุนของโคมหมุนล้านนาจากวิดีโอที่ครูเตรียมไว้



1.2 จากนั้นครูกระตุ้นความคิดนักเรียนโดยมีแนวคำถามดังนี้

- โคมหมุนล้านนาสามารถหมุนได้อย่างไร (อาศัยการเคลื่อนที่ของอากาศ)
- เหตุใดโคมด้านในถึงยังคงหมุนอยู่ตรงกลางได้ (มีจุดศูนย์กลางด้านในโคมชั้นใน)
- ประดิษฐ์โคมหมุนล้านนาใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง (ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นได้)
- โคมหมุนล้านนามีวิธีการทำอย่างไรบ้าง (ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นได้)

1.2 ครูชี้แจงกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการประดิษฐ์โคมหมุนล้านนา ซึ่งนักเรียนต้องกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์โคมหมุนล้านนาอย่างละเอียดรวมทั้งออกแบบวิธีการประดิษฐ์โคมหมุนล้านนาอย่างละเอียด

2. ขั้นศึกษาค้นคว้าและการสำรวจเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Related Information Search: R) 50 นาที

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจากชั่วโมงเรียนที่ผ่านมาใช้ในการประกอบในการออกแบบโคมหมุนล้านนา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการออกแบบโคมหมุนล้านนาลงใบงานที่ 4 การออกแบบโคมหมุนล้านนา (นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบจากอินเทอร์เน็ตได้ตลอด กรณีที่สืบค้นข้อมูลจากชั่วโมงเรียนที่ผ่านมาได้ไม่ครบถ้วน)

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ โดยมีกรอบข้อมูลในการนำเสนอจากใบงานที่ 4 การออกแบบโคมหมุนล้านนา

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการปรับแก้ไขแบบโคมหมุนล้านนาที่ได้ออกแบบไว้ให้มีขนาดเหมาะสมกับของจริงที่จะสร้าง

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้ในการประดิษฐ์โคมหุณล้านนา

3. ขั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze: A) 90 นาที

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการประดิษฐ์โคมหุณล้านนาตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ โดยแต่ละกลุ่มมีการแข่งขันกันซึ่งมีเงื่อนไข คือ

- โดยโคมหุณล้านนาต้องหมุนได้ โดยอาศัยเรื่องการเคลื่อนที่ของอากาศ
- โคมชั้นในต้องวางตัวได้อย่างสมดุลไม่เอียง
- ตกแต่งให้สวยงาม

4. ขั้นสรุปความรู้รวบยอดเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (Concept: C) 30 นาที

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอชิ้นงานของตนเองโดยมีเนื้อหา ดังนี้

- ขนาดของโคมหุณล้านนา
- เหตุผลที่เลือกรูปทรงดังกล่าวในการทำโคมล้านนา
- ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการประดิษฐ์โคมหุณล้านนา
- วิธีการแก้ไขปัญหา
- ความรู้ที่เกี่ยวข้องระหว่างโคมหุณล้านนาและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

- ใบงานที่ 4 โคมหุณล้านนาเป็นอย่างไร
 - วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้การประดิษฐ์โคมหุณล้านนา
- เช่น ไม้ไผ่, กระดาษสา, กาว, กรรไกร, ตะปู เป็นต้น

2. แหล่งการเรียนรู้

- อินเทอร์เน็ต
- ห้องสมุด

11. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายหลักการสร้าง โคมหุณล้านนาได้ (K)	- ประเมินการทำใบงาน ที่ 4 เรื่อง การออกแบบ โคมหุณล้านนา	- แบบประเมินการทำใบ งานที่ 4 เรื่อง การ ออกแบบโคมหุณล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 3 ขึ้นไป

ด้านทักษะ (P) 2. ออบแบบโคมหมุน ลั่นนาได้ (P) 3. สร้างโคมหมุนลั่นนา ได้ตามแบบที่กำหนด (P)	- ประเมินการทำงาน ที่ 4 เรื่อง การออกแบบ โคมหมุนลั่นนา - ประเมินการลงมือ ประดิษฐ์โคมหมุน ลั่นนา	- แบบประเมินใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบโค หมุนลั่นนา - แบบประเมินการลงมือ ประดิษฐ์โคมหมุนลั่นนา	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 3 ขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย (A) 4. รับผิดชอบและมุ่งมั่นใน การทำงานที่ได้รับ มอบหมาย (A)	- ประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียน	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 2 ขึ้นไป

ใบงานที่ 4 เรื่องการออกแบบโบสถ์มณฑลล้านนา

สมาชิกกลุ่ม

1. เลขที่ ชั้น

2. เลขที่ ชั้น

3. เลขที่.....ชั้น.....

4. เลขที่ ชั้น

5. เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจงให้นักเรียนออกแบบโฆษณาชวนเชื่อของกลุ่มตนเองให้ละเอียดที่สุด

วัสดุ-อุปกรณ์

วิธีการทำคอมมูนล้าหนา

ออกแบบคอมมูนล้านนา

แนวคำตอบใบงานที่ 4 เรื่องการออกแบบโคมหมุนล้านนา

สมาชิกกลุ่ม

- | | | |
|--------|-------------|-----------|
| 1..... | เลขที่..... | ชั้น..... |
| 2..... | เลขที่..... | ชั้น..... |
| 3..... | เลขที่..... | ชั้น..... |
| 4..... | เลขที่..... | ชั้น..... |
| 5..... | เลขที่..... | ชั้น..... |

ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

คำชี้แจงให้นักเรียนออกแบบโคมหมุนล้านนาของกลุ่มตนเองให้ละเอียดที่สุด

วัสดุ-อุปกรณ์

1. กระดาษสาหรือกระดาษว่าวสีขาว
2. ไม้ไผ่ เช่น ไผ่บง ไผ่สีสุก ไผ่ซาง ฯลฯ
3. ไม้ที่มีน้ำหนักเบา เช่น ไม้ป้อ ไม้สา ไม้จิว (นุ่น)
4. ด้าย
3. เทียนหรือผาประทีป

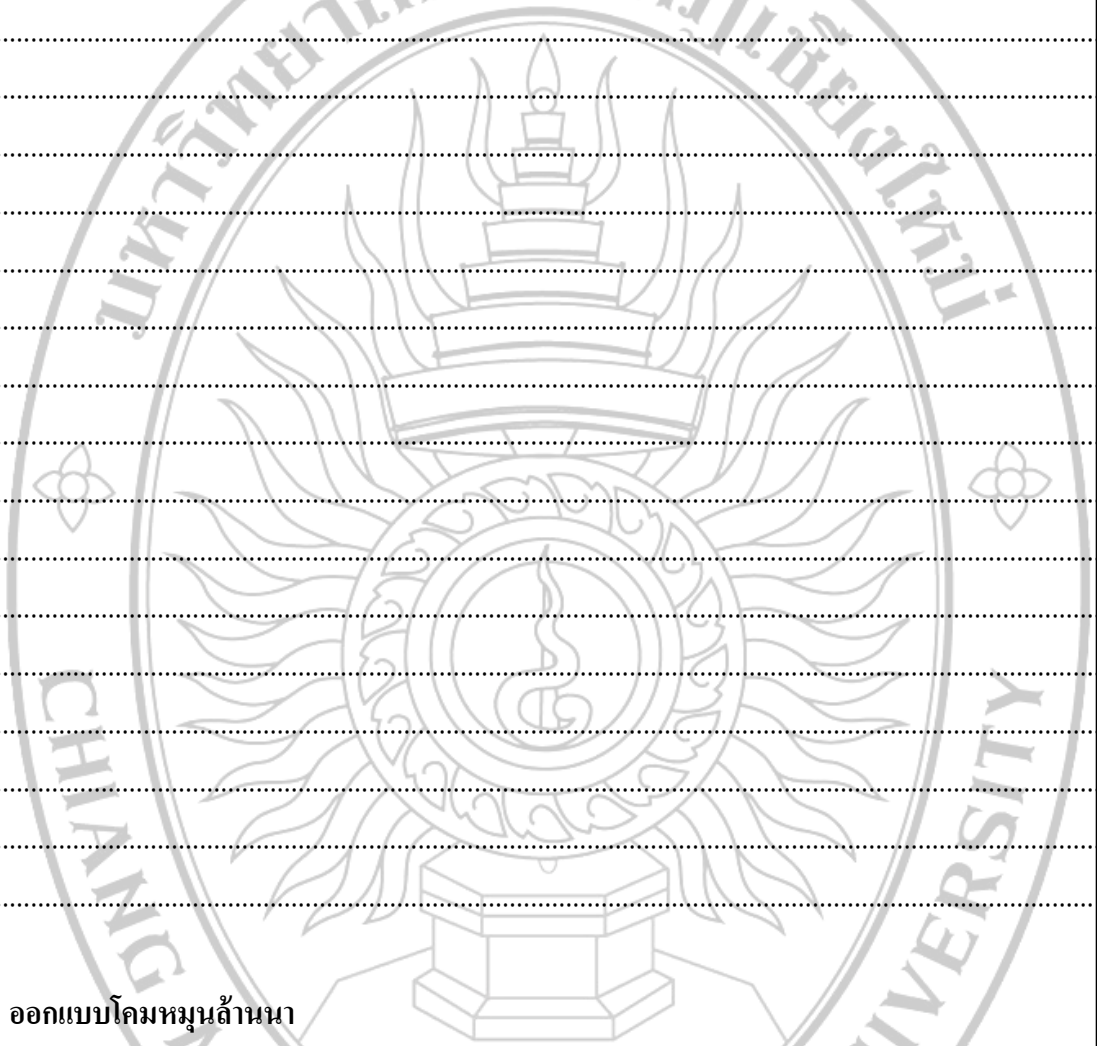
ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

วิธีการทำโคมหมุนล้านนา

1. นำไม้ไผ่มาเหลากว้างประมาณ 1 เซนติเมตรยาว ประมาณ 30 เซนติเมตร เหลาให้บางที่สุด จำนวน 12-14 เส้น
2. นำใบลานมาเหลาเป็นเส้นตามความยาวของซี่ที่ทำไว้ กว้างประมาณ 1 เซนติเมตร มาติดซี่ไม้ให้แนบสนิท(ปัจจุบันใช้แผ่นฟรอยด์แทนใบลาน)
3. เมื่อได้ซี่ไม้แล้ว ทำหัวโคมผัด โดยเหลาไม้ให้กลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร ทำตรงกลางให้ป่องออกมาคล้ายร่ม บริเวณตรงกลางป่องเจาะรูเอียง 45 องศา
4. จากนั้นนำไม้ไผ่ที่เหลาเป็นดอก ที่ติดใบลานมาสอดติดกาว จะได้โครงหัวโคมหมุนลั่นนามีลักษณะคล้ายร่ม
5. การทำสายน้อยผูกติด คือ การที่นพด้ายเหนียวมาผูกซี่ไม้แต่ละซี่ให้ห่างกันตามความต้องการ หรือความเหมาะสม เพื่อให้ได้ไม้ซี่ติดกันและกัน ต่อมานำหัวโครงวางบนเสา แล้วนำดอกมาขดเป็นวงตามขนาดวงบน จากนั้นสานด้ายและเสาแก้ว
6. การทำเสาแก้ว จะนำเส้นดอกลายเท่ากับความสูงของวงบนและวงล่าง ดอกดังกล่าวจะเหลาให้บางจำนวน 6 เส้น นำมาผูกเชื่อมวงบนและล่างเป็นระยะห่างเท่ากัน เสร็จแล้วนำด้ายเหนียวมาจิ้งจากข้างบนลงมาผูกขอบล่างย้อนสลับขึ้นไปเป็นพื้นปลาโคยรอบให้เป็นทรงกระบอก ทดลองหมุน โครงซี่
7. การทำเข็ม สมั่นก่อนใช้ไม้แข็ง เช่น ไม้เกล็ด หรือเขาสัตว์ปัจจุบันใช้เข็มหมุด ผึงเข้าไปตรงกลางจุดศูนย์กลางแกนหัวโครง แล้วทดลองวางบนเสา
8. นำเครื่องปั้นดินเผาที่มีความลื่นฝึงในหัวเสาเพื่อรองรับเข็มขณะหมุน
9. ดิครูปต่าง ๆ ลงใบโครงโคมชั้นในที่ทำสำหรับ เช่น รูปปิ่นกัณฑ์ วิถีชีวิต เป็นต้น
10. การทำฉากรับเงา นำดอกม้วนเป็นวงกลม 2 วง ตัดไม้มา 6 ชิ้นเพื่อทำโครงข้างโดยผูกเสาเข้ากับวงกลมบนล่าง ให้มีระยะห่าง ๆ กัน ทดลองวางกรอบโคมผัดดู จากนั้นติดกระดาษสีขาวรอบเพื่อเป็นฉากรับเงา
11. เมื่อเสร็จแล้วให้จุดไฟทดลองโคมผัด

ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

วิธีการทำคอมมูนลัสนา



ออกแบบคอมมูนลัสนา

ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

12. ความคิดเห็นผู้บังคับบัญชา

ความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ลงชื่อ..... (.....)	ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่ายงานวิชาการ ลงชื่อ..... (.....)
ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา ลงชื่อ..... (.....) รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ	
ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา ลงชื่อ..... (.....) ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียน	

13. บันทึกผลหลังกระบวนการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนการสอน

1.1 การประเมินด้านความรู้ (K)

.....

.....

1.2 การประเมินด้านทักษะกระบวนการ(P)

.....

.....

1.3 การประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม (A)

.....

.....

2. ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

3. แนวทางปรับปรุง/การแก้ปัญหา/ข้อเสนอแนะ

.....

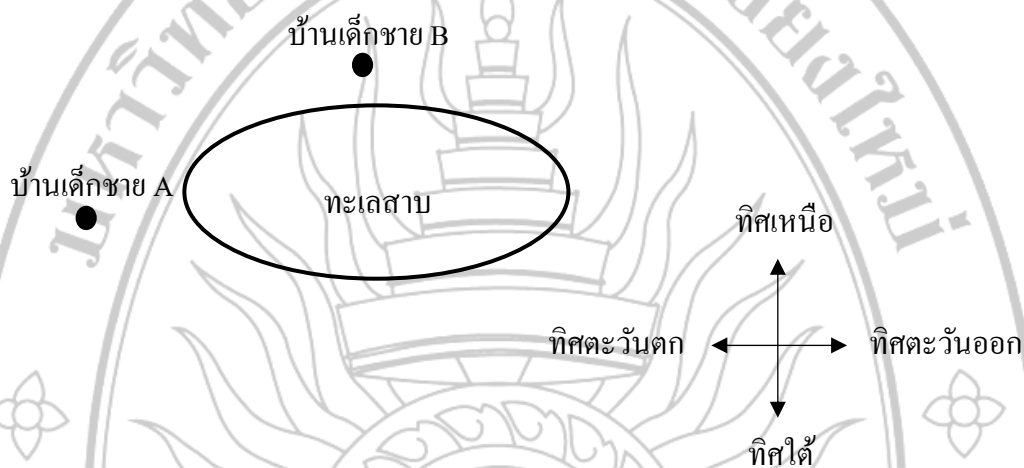
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

ตำแหน่ง

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 หน่วยที่ 4 ปรากฏการณ์ของโลก เรื่อง การเคลื่อนที่ของอากาศและเงา
 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว16101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู่เรือ
 ข้อสอบ 10 ข้อ 20 คะแนน ครูผู้สอน นางสาวอัญชลี สมฟอง

1. เด็กชาย A และ B อาศัยในหมู่บ้านแห่งหนึ่งที่มีทะเลสาบขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้เกิดลมพัดในหมู่บ้าน โดยตำแหน่งบ้านของเด็กชายทั้งสอง แสดงดังแผนภาพ



จากสถานการณ์ หากไม่มีลมจากแหล่งอื่นมาเกี่ยวข้อง ในช่วงเวลากลางวัน เด็กชาย A และ เด็กชาย B จะสังเกตเห็นสครมหน้าบ้านของตนเองหันหัวลูกศรไปทางทิศใด

ทิศทางของหัวสครม	
หน้าบ้านของเด็กชาย A	หน้าบ้านของเด็กชาย B
ก. จี๋ไปทางทิศตะวันออก	จี๋ไปทางทิศใต้
ข. จี๋ไปทางทิศตะวันตก	จี๋ไปทางทิศเหนือ
ค. จี๋ไปทางทิศเหนือ	จี๋ไปทางทิศตะวันตก
ง. จี๋ไปทางทิศใต้	จี๋ไปทางทิศตะวันออก

2. พิจารณาข้อความแล้วตอบคำถาม ข้อ 2.1-2.3

“ถ้ามีฝุ่นควันซึ่งเกิดจากเรื่อน้ำมันระเบิดในทะเลใกล้ชายฝั่งในตอนเช้า” คนที่อยู่ใกล้บริเวณนั้นควรปฏิบัติอย่างไร เพราะเหตุใด

จากข้อความให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดต่อไปนี้ ใช่หรือไม่ใช่ โดยวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

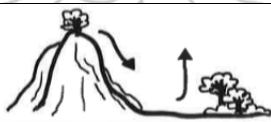
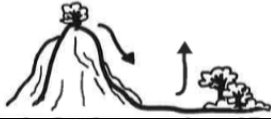
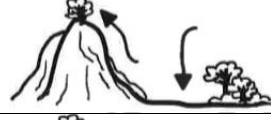
ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
2.1 ปฏิบัติดินตามปกติในตอนเช้า เพราะฝุ่นควันจะไม่พัดเข้ามายังชายฝั่ง	ใช่	ไม่ใช่
2.2 อพยพออกจากพื้นที่เฉพาะเวลากลางคืน เพราะลมจากทะเลจะพัดฝุ่นควันมาอย่างรุนแรง	ใช่	ไม่ใช่
2.3 สวมหน้ากากอนามัยในเวลาเช้าเพื่อป้องกันฝุ่นควัน เพราะจะมีฝุ่นควันปริมาณมากเคลื่อนที่มาจากทะเล	ใช่	ไม่ใช่

3. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สถานที่แห่งหนึ่งมีภูเขาสูงและทะเลอยู่ใกล้กัน เมื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำได้ข้อมูลดังตาราง

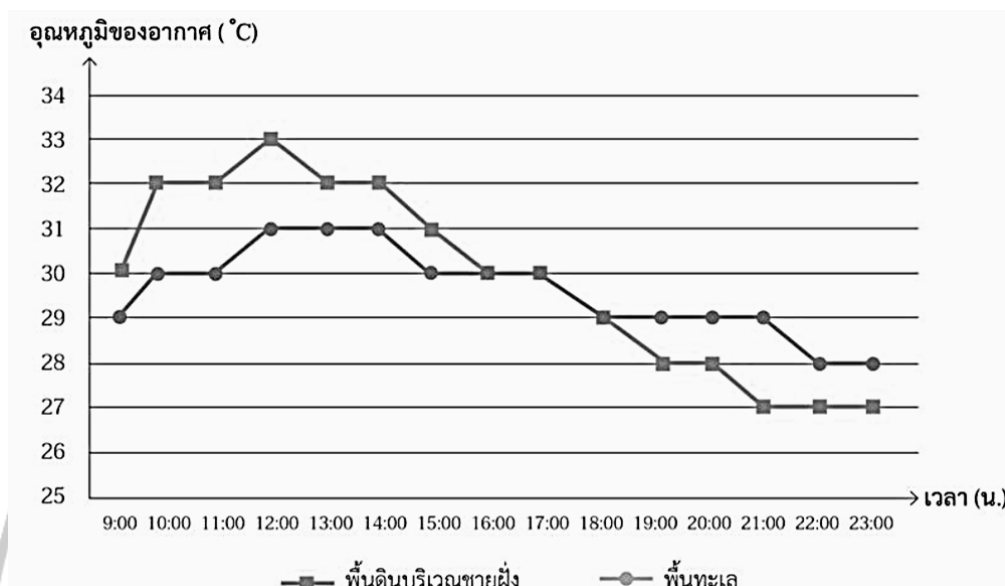
สถานที่	อุณหภูมิ (°C)
ทะเล	28
พื้นดิน	35

จากข้อมูลดังกล่าวเป็นช่วงเวลาใด และทิศทางลมมีลักษณะอย่างไร

ตัวเลือก	เวลา	ทิศทางลม
ก	22.00-24.00	
ข	13.00-15.00	
ค	22.00-24.00	
ง	13.00-15.00	

อ่านข้อมูลดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4

กราฟอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งและเหนือพื้นทะเลในพื้นที่แห่งหนึ่ง ตั้งแต่เวลา 09:00 – 23:00 น. เป็นดังนี้



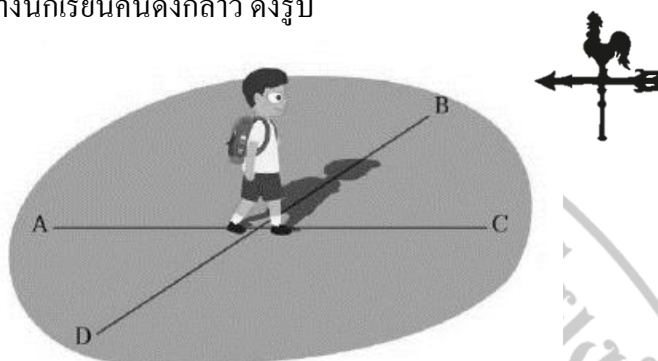
4. พิจารณาข้อมูลอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งและเหนือพื้นทะเลข้อใดถูกต้อง

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
4.1 ในช่วงเวลา 09:00 – 16:00 น. จะเกิดลมทะเล พัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง	ใช่	ไม่ใช่
4.2 ชาวประมงมักออกเรือปลาในตอนกลางคืนเพื่อให้ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงมากที่สุด	ใช่	ไม่ใช่
4.3 18:00 – 23:00 น. อุณหภูมิของอากาศที่อยู่เหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่เหนือพื้นทะเล	ใช่	ไม่ใช่

5. กรมอุตุนิยมวิทยาได้พยากรณ์อากาศว่า “จะมีอิทธิพลจากมรสุมกำลังแรงพัดปกคลุมทะเลอันดามันและพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้ทะเลอันดามันและอ่าวไทยตอนบน มีคลื่นสูง 2-4 เมตร ขอให้ชาวเรือระมัดระวังอันตรายในการเดินเรือและเรือเล็กควรงดออกจากฝั่งตลอดช่วงสัปดาห์” จากการพยากรณ์อากาศเกิดจากอิทธิพลของมรสุมใด

- ก. มรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ข. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
 ค. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ง. มรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ

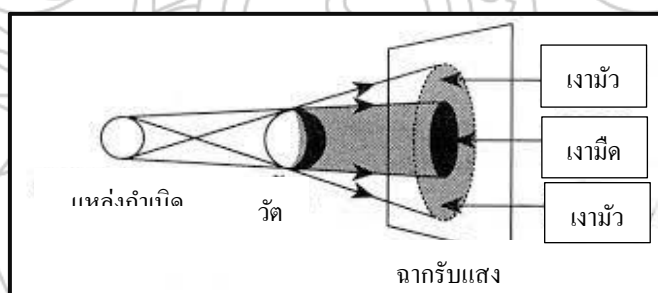
6. ขณะที่นักเรียนเดินกลับบ้านหลังเลิกเรียนในตอนเย็น มีเงาทอดลงบนพื้น ในขณะนั้นสังเกตเห็น
 ศรลมหน้าโรงเรียนชี้มาทางนักเรียนคนดังกล่าว ดังรูป



จากข้อความให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดต่อไปนี้ ใช่หรือไม่ใช่ โดยวงกลมล้อมรอบคำว่า
 “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
7.1 หัวศรลมจะชี้ไปทางทิศใต้	ใช่	ไม่ใช่
7.2 ตำแหน่ง D คือทิศตะวันตก ทำให้ทราบว่าลมพัดมาจากทิศเหนือ	ใช่	ไม่ใช่
7.3 เงาของนักเรียนทอดไปยังทิศเหนือ เนื่องจากตำแหน่ง D คือทิศใต้	ใช่	ไม่ใช่

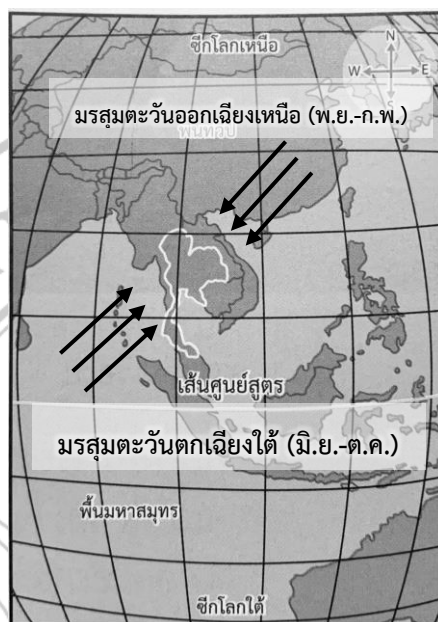
7. พิจารณารูปดังต่อไปนี้



จากข้อความให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดต่อไปนี้ ใช่หรือไม่ใช่ โดยวงกลมล้อมรอบคำว่า
 “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
7.1 ถ้าเลื่อนแหล่งกำเนิดแสงเข้าใกล้วัตถุจะทำให้พื้นที่เงามืดเล็กลง แต่เงามัวมีขนาดใหญ่ขึ้น	ใช่	ไม่ใช่
7.2 ถ้ามีการปรับเปลี่ยนจัดเรียงอุปกรณ์เป็นดังนี้ วัตถุ แหล่งกำเนิดแสง ฉากรับแสง สามารถทำให้เกิดเงาได้	ใช่	ไม่ใช่
7.3 ขนาดของเงาขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุเท่านั้น	ใช่	ไม่ใช่

8. พิจารณารูปดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



จากข้อความให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดต่อไปนี้ ใช่หรือไม่ใช่ โดยวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
8.1 ถ้าต้องการไปเที่ยวภาคใต้ฝั่งตะวันตกของไทยควรเดินทางไป เที่ยวช่วงเดือน มิถุนายน-ตุลาคม	ใช่	ไม่ใช่
8.2 ถ้าปีนี้ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ยาวนานกว่าทุกปีส่งผลให้ประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นนานกว่า ทุกปี	ใช่	ไม่ใช่
8.3 ช่วงเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ มีลมจากประเทศจีนพัดผ่าน ประเทศไทย ทำให้อากาศในประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็น	ใช่	ไม่ใช่

9. จากรูปบริเวณใดเป็นเงา



ก. 1 เท่านั้น

ข. 2 เท่านั้น

ค. 2 และ 3

ง. 1 และ 3

10. วัตถุทรงกระบอกมีลักษณะดังรูป



เมื่อแสงส่องไปยังวัตถุดังกล่าวในทิศทางต่าง ๆ เงาของวัตถุนี้จะมีรูปร่างตามข้อใด

ก.



ข.



ค.



ง.



เฉลยแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน

ในเชิงวิทยาศาสตร์

1. ก. ชี้ไปทางทิศตะวันออก ชี้ไปทางทิศใต้

2.1 ไม่ใช่

2.2 ไม่ใช่

2.3 ใช่

3. ง. 13.00-15.00



4.1 ใช่

4.2 ใช่

4.3 ไม่ใช่

5. ค. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

6.1 ไม่ใช่

6.2 ใช่

6.3 ไม่ใช่

7.1 ใช่

7.2 ไม่ใช่

7.3 ไม่ใช่

8.1 ไม่ใช่

8.2 ไม่ใช่

8.3 ใช่

9. ข. 2 เท่านั้น

10. ค.



**แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้**

การวัดและประเมินผลประจำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่1 ระบุปัญหา

สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	การวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การแปล ความหมายข้อมูล และการใช้ ประจักษ์พยาน ในเชิง วิทยาศาสตร์ - C1 แปลงข้อมูล ที่นำเสนอใน รูปแบบหนึ่งไปสู่ รูปแบบอื่น	ด้านความรู้ (K) 1. สามารถอธิบาย วิธีการสืบค้นข้อมูลได้ (K)	- ตรวจใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	- แบบประเมิน การทำใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านทักษะ (P) 2. สามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ (P) 3. ใช้อินเทอร์เน็ตใน การค้นหาข้อมูลได้ (P)	- ตรวจใบ กิจกรรมที่ 2 การตั้งประเด็น คำถาม - ตรวจใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	- แบบประเมิน การทำใบ กิจกรรมที่ 2 การตั้งประเด็น คำถาม - แบบประเมิน การทำใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านจิตพิสัย (A) 4. ใช้เทคโนโลยีได้ อย่างปลอดภัย (A)	- ตรวจใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	- แบบประเมิน การทำใบ กิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1 โคมล้านนา

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวมคะแนน
		ความถูกต้องของเนื้อหา	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจ	รูปแบบหนึ่งไปสู่อื่น	การสืบค้นข้อมูล	ใช้เทคโนโลยีได้อย่างปลอดภัย	
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 1 คอมลันนา

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.ความ ถูกต้องของ เนื้อหา	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนด มีรายละเอียด ครอบคลุมทุก ส่วน	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนด มีรายละเอียด ครอบคลุม	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนด มีรายละเอียด ครอบคลุม บางส่วน	เนื้อหาไม่ เป็นไปตามที่ กำหนด รายละเอียด ไม่ครอบคลุม	4
2.แปลงข้อมูล ที่นำเสนอใน รูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบ อื่น	นักเรียน สามารถ บรรยาย ลักษณะสิ่งใด สิ่งหนึ่งด้วย ข้อความที่ เหมาะสม กะทัดรัด และ สื่อ ความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้	นักเรียน สามารถ บรรยาย ลักษณะสิ่งใด สิ่งหนึ่งด้วย ข้อความที่ เหมาะสม แต่ ไม่กะทัดรัด และสื่อ ความหมายให้ ผู้อื่นเข้าใจได้	นักเรียน สามารถ บรรยาย ลักษณะสิ่งใด สิ่งหนึ่งด้วย ข้อความที่ เหมาะสม แต่ ไม่กะทัดรัด และไม่ สามารถสื่อ ความหมายให้ ผู้อื่นเข้าใจได้	นักเรียนไม่ สามารถ บรรยาย ลักษณะสิ่งใด สิ่งหนึ่งด้วย ข้อความที่ เหมาะสม กะทัดรัด และ สื่อ ความหมายให้ ผู้อื่นเข้าใจได้	4
3. การสืบค้น ข้อมูล	สามารถ อธิบายวิธีการ สืบค้น รวบรวม ประมวลผล และ ประเมินผล ข้อมูลได้อย่าง ชัดเจน ครบถ้วน	สามารถ อธิบายวิธีการ สืบค้น รวบรวม ประมวลผล และ ประเมินผล ข้อมูลได้ขาด ไป 1 ประเด็น	สามารถ อธิบายวิธีการ สืบค้น รวบรวม ประมวลผล และ ประเมินผล ข้อมูลได้ขาด ไป 2 ประเด็น	สามารถ อธิบายวิธีการ สืบค้น รวบรวม ประมวลผล และ ประเมินผล ข้อมูลได้ขาด ไป 3 ประเด็น	4

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
4. ใช้ เทคโนโลยีได้ อย่าง ปลอดภัย	ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม เกิด ประโยชน์	ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม เป็นส่วนใหญ่ และไม่ส่งผล กระทบ	ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ อย่าง ถูกต้อง เหมาะสมแต่ บางครั้งยัง ต้องได้รับ คำแนะนำจาก ผู้อื่น	ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศไม่ เหมาะสมต้อง แนะนำ กระตุ้นและ ควบคุม ตลอดเวลา	4
5. การ นำเสนอ	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดชัดเจน ไม่ สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	4
รวม					20

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2 การตั้งประเด็นคำถาม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม คะแนน
		การระบุประเด็นปัญหา	ภาษาที่ใช้	ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล	ความเป็นระเบียบ	ความตรงต่อเวลา	
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 2 การตั้งประเด็นคำถาม

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.การระบุ ประเด็น ปัญหา	สามารถระบุ ประเด็น ปัญหาได้ข้อ ขึ้นไป	สามารถระบุ ประเด็น ปัญหาได้ 4 ข้อ	สามารถระบุ ประเด็น ปัญหาได้ 3 ข้อ	สามารถระบุ ประเด็น ปัญหาได้ 2 ข้อ	4
2.ภาษาที่ใช้	ไม่มีการ สะกดคำผิด	การสะกด คำผิดไม่เกิน 2 แห่ง	การสะกด คำผิด ไม่เกิน 3 แห่ง	การสะกด คำผิด ไม่เกิน 4 แห่ง	4
3. ความคิด สร้างสรรค์ใน การคิด ประเด็น คำถาม	แสดงออกถึง ความคิด สร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็น ระบบ	มีแนวคิด แปลกใหม่ไม่ เป็นระบบ	มีความ น่าสนใจแต่ยัง ไม่มีแนวคิด แปลกใหม่	ไม่มีแนวคิด ใหม่	4
4. ความเป็น ระเบียบ	งานมีความ เป็นระเบียบ แสดงออกถึง ความประณีต	งานส่วนใหญ่ มีความเป็น ระเบียบแต่ยัง มีข้อบกพร่อง เล็กน้อย	งานมีความ เป็นระเบียบ แต่มี ข้อบกพร่อง บางส่วน	งานส่วนใหญ่ ไม่มีความเป็น ระเบียบและมี ข้อบกพร่อง	4
5. การ นำเสนอ	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดชัดเจน ไม่ สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	4
รวม					20

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับ คะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ มีความตรงต่อเวลา			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	2.3 ตั้งใจเรียน			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความตระหนักรู้ ในการใช้อินเทอร์เน็ต	4.1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกต้อง เหมาะสม เกิดประโยชน์			
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3

คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
15-21	ดี (2)
8-14	พอใช้ (1)
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง (0)

ลงชื่อ _____ ผู้สังเกต

()

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

**แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้**

การวัดและประเมินผลประจำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ
ปัญหา

สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	การวัดและ ประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<u>การแปล</u> <u>ความหมายข้อมูล</u> <u>และการใช้</u> <u>ประจักษ์พยานใน</u> <u>เชิงวิทยาศาสตร์</u> - C3 ระบุนิย สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่ เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายเกี่ยวกับ โคมหมุนล้านนาได้ (A)	- ประเมินการ ทำใบงานที่ 3 โคมหมุน ล้านนาเป็น อย่างไร	- แบบประเมิน การทำใบงานที่ 3 โคมหมุน ล้านนาเป็น อย่างไร	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านทักษะ (P) 2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโคมหมุน ล้านนาได้ (P) 3. ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลตาม เงื่อนไขที่กำหนดได้ (P)	- ประเมินการ ทำใบงานที่ 3 โคมหมุน ล้านนาเป็น อย่างไร	- แบบประเมิน การทำใบงานที่ 3 โคมหมุน ล้านนาเป็น อย่างไร	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านจิตพิสัย (A) 4. มีความตระหนักใน การใช้เทคโนโลยีใน การเรียนรู้ได้อย่าง เหมาะสมกับเงื่อนไข ที่กำหนด (A)	- ประเมิน พฤติกรรม ระหว่างเรียน	- แบบประเมิน พฤติกรรม ระหว่างเรียน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 3 เรื่อง โคมหมุนล้านนาเป็นอย่างไร

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1. ความ ถูกต้องของ เนื้อหา	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนดมีรายละเอียดครอบคลุมทุกส่วน	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนดมีรายละเอียดครอบคลุม	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนดมีรายละเอียดครอบคลุมบางส่วน	เนื้อหาไม่เป็นไปตามที่กำหนดมีรายละเอียดไม่ครอบคลุม	4
2. การสืบค้น ข้อมูล	สามารถสืบค้นข้อมูล ได้ครบตามประเด็นปัญหาที่ได้รับระบุไว้	สามารถสืบค้นข้อมูล ได้ไม่ครบตามประเด็นปัญหาที่ได้รับระบุไว้ 1 ประเด็น	สามารถสืบค้นข้อมูล ได้ไม่ครบตามประเด็นปัญหาที่ได้รับระบุไว้ 2 ประเด็น	สามารถสืบค้นข้อมูล ได้ไม่ครบตามประเด็นปัญหาที่ได้รับระบุไว้ 3 ประเด็น ขึ้นไป	4
3. ภาษาที่ใช้	ไม่มีการสะกดคำผิด	การสะกดคำผิดไม่เกิน 2 แห่ง	การสะกดคำผิดไม่เกิน 3 แห่ง	การสะกดคำผิดไม่เกิน 4 แห่ง	4
4. ระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์ พยาน และ เหตุผลที่ เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 3 ประเด็น	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 2 ประเด็น	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้ประเด็นเดียว	4
5. การ นำเสนอ	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง กระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	4
รวม					20

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับ คะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ มีความตรงต่อเวลา			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	2.3 ตั้งใจเรียน			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความตระหนักในการใช้ อินเทอร์เน็ต	4.1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกต้องเหมาะสม เกิดประโยชน์			
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3

คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
15-21	ดี (2)
8-14	พอใช้ (1)
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง (0)

ลงชื่อ _____ ผู้สังเกต

(_____)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลประจำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วางแผนและแก้ไขปัญหา

สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	การวัดและ ประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<u>การแปล</u> <u>ความหมายข้อมูล</u> <u>และการใช้</u> <u>ประจักษ์พยาน</u> <u>ในเชิง</u> <u>วิทยาศาสตร์</u> - C2 วิเคราะห์ และแปล ความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายหลักการ สร้างโคมพูน ล้านนาได้ (K)	- ประเมินการทำ ใบบางที่ 4 เรื่อง การออกแบบโคม พูนล้านนา	- แบบประเมินการ ทำใบบางที่ 4 เรื่อง การออกแบบโคม พูนล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านทักษะ (P) 2. ออกแบบโคม พูนล้านนาได้ (P)	- ประเมินการทำ ใบบางที่ 4 เรื่อง การออกแบบโคม พูนล้านนา	- แบบประเมินใ บางที่ 4 เรื่อง การ ออกแบบโคม พูนล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	3. สร้างโคมพูน ล้านนาได้ตามแบบ ที่กำหนด (P)	- ประเมินการลง มือประดิษฐ์โคม พูนล้านนา	- แบบประเมินการ ลงมือประดิษฐ์ โคมพูนล้านนา	
	ด้านจิตพิสัย (A) 4. รับผิดชอบและ มุ่งมั่นในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย (A)	- ประเมิน พฤติกรรมระหว่าง เรียน	- แบบประเมิน พฤติกรรมระหว่าง เรียน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป

แบบประเมินใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบคอมมูนล้านนา

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวมคะแนน
		กำหนดวัตถุประสงค์	วิธีการประดิษฐ์คอมมูนล้านนา	การออกแบบคอมมูนล้านนา	วิเคราะห์และแปลความหมายตามแนวทาง	
		4	4	4	4	16

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก (4)
9-12	ดี (3)
5-8	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 4 เรื่อง การออกแบบโคมมูนล้านนา

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.กำหนด วัสดุ-อุปกรณ์	มีการกำหนด วัสดุ-อุปกรณ์ได้ ครบถ้วน ละเอียดชัดเจน และเหมาะสม	มีการกำหนด วัสดุ-อุปกรณ์ ได้ครบถ้วน เหมาะสม แต่ ไม่ละเอียด ชัดเจน	มีการกำหนด วัสดุ-อุปกรณ์ได้ ครบถ้วน ไม่ ละเอียด ชัดเจน และไม่เหมาะสม	มีการกำหนด วัสดุ-อุปกรณ์ได้ ไม่ครบถ้วน ไม่ ละเอียด ชัดเจน และไม่ เหมาะสม	4
2. กำหนด วิธีการ ประดิษฐ์โคม มูนล้านนา	มีการกำหนด วิธีการประดิษฐ์ โคมมูน ล้านนาได้เป็น ลำดับขั้นตอน มี ความความ ละเอียด ชัดเจน มีการระบุ สัดส่วนและ จำนวนของ วัสดุ-อุปกรณ์ลง ไปอย่างละเอียด	มีการกำหนด วิธีการประดิษฐ์ โคมมูน ล้านนาได้เป็น ลำดับขั้นตอน ความละเอียด ชัดเจน และการ ระบุสัดส่วน และจำนวนของ วัสดุ-อุปกรณ์ยัง ไม่ละเอียด	มีการกำหนด วิธีการประดิษฐ์ โคมมูน ล้านนาได้เป็น ลำดับขั้นตอน แต่ไม่มีความ ละเอียด ชัดเจน และการระบุ สัดส่วนและ จำนวนของ วัสดุ-อุปกรณ์ยัง ไม่ละเอียด	มีการกำหนด วิธีการประดิษฐ์ โคมมูน ล้านนาได้ไม่ เป็นลำดับ ขั้นตอน ไม่มี ความละเอียด ชัดเจน และการ ระบุสัดส่วน และจำนวนของ วัสดุ-อุปกรณ์ยัง ไม่ละเอียด	4
3. การ ออกแบบ โคมมูน ล้านนา	มีการออกแบบ โคมมูน ล้านนา โดยมี การกำหนด สัดส่วนที่ ชัดเจน ถูกต้อง ตามอัตราส่วนที่ กำหนด และมี	มีการออกแบบ โคมมูน ล้านนา โดยมี การกำหนด สัดส่วนที่ ชัดเจน แต่ไม่ ถูกต้องตาม อัตราส่วนที่ กำหนด และ	มีการออกแบบ โคมมูน ล้านนา โดยมี การกำหนด สัดส่วนที่ ชัดเจน แต่ไม่ ถูกต้องตาม อัตราส่วนที่ กำหนด และ	มีการออกแบบ โคมมูน ล้านนา โดยมี การกำหนด สัดส่วนที่ไม่ ชัดเจน และ ไม่ ถูกต้องตาม อัตราส่วนที่ กำหนด และ	

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
	การออกแบบที่ สร้างสรรค์	มีการออกแบบ ที่สร้างสรรค์	ยังไม่มี การออกแบบที่ สร้างสรรค์	ยังไม่มี การออกแบบที่ สร้างสรรค์	
4. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นและสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นแต่ไม่ สามารถสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลแต่ไม่ สามารถบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูล เหล่านั้นและไม่ สามารถสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียนไม่ สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นและสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	4
รวม					16

แบบประเมินการลงมือประดิษฐ์คอมพูนล้านนา

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวมคะแนน
		การลงมือประดิษฐ์	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทาง	ความสะอาดเรียบร้อย	การนำเสนอ	
		4	4	4	4	16

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก (4)
9-12	ดี (3)
5-8	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินการลงมือประดิษฐ์โคหมุนล้านนา

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.การลงมือ ประดิษฐ์	มีการประดิษฐ์ โคหมุน ล้านนาตาม วิธีการประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้เป็น ลำดับขั้นตอน และประดิษฐ์ ตามอัตราส่วนที่ ได้ออกแบบไว้ และสามารถ ประดิษฐ์โค หมุนล้านนาได้ สำเร็จ	มีการประดิษฐ์ โคหมุน ล้านนาตาม วิธีการประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้เป็น ลำดับขั้นตอน แต่การประดิษฐ์ ไม่เป็นตาม อัตราส่วนที่ได้ ออกแบบไว้ และสามารถ ประดิษฐ์โค หมุนล้านนาได้ สำเร็จ	มีการประดิษฐ์ โคหมุน ล้านนาไม่ เป็นไปตาม วิธีการประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้ และการ ประดิษฐ์ไม่เป็น ตามอัตราส่วนที่ ได้ออกแบบไว้ และสามารถ ประดิษฐ์โค หมุนล้านนาได้ สำเร็จ	มีการประดิษฐ์ โคหมุน ล้านนาไม่ เป็นไปตาม วิธีการประดิษฐ์ ที่กำหนดไว้ และการ ประดิษฐ์ไม่เป็น ตามอัตราส่วนที่ ได้ออกแบบไว้ และไม่สามารถ ประดิษฐ์โค หมุนล้านนาได้ สำเร็จ	4
2. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลง ข้อสรุป	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นและสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นแต่ไม่ สามารถสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียน สามารถแสดง ข้อมูลแต่ไม่ สามารถบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูล เหล่านั้นและไม่ สามารถสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	นักเรียนไม่ สามารถแสดง ข้อมูลและบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลเหลา นั้นและสรุป ประเด็นของ กลุ่มตนเองได้	4
3. ความ สะอาด เรียบร้อย	มีความ รับผิดชอบใน การทำงาน	มีการทำความ สะอาดพื้นที่ ประดิษฐ์ได้	มีการทำความ สะอาดพื้นที่ ประดิษฐ์ได้ไม่	ไม่มีความ รับผิดชอบใน การทำงาน	4

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
	สะอาดพื้นที่ ประดิษฐ์ได้ สะอาดเรียบร้อย และจัดเก็บ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง	สะอาดเรียบร้อย และการจัดเก็บ อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีครูเป็น ผู้ดูแล	สะอาดเรียบร้อย และจัดเก็บ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็น ผู้ดูแล	สะอาดพื้นที่ ประดิษฐ์ได้ไม่ สะอาดเรียบร้อย และจัดเก็บ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็น ผู้ดูแล	
4. การ นำเสนอ	พูดอธิบาย รายละเอียดของ งานได้ชัดเจน สบตาผู้ฟัง กระตุ้นให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วม	พูดอธิบาย รายละเอียดของ งานได้ชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาด การกระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดอธิบาย รายละเอียดของ งานได้ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้น ให้ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	พูดอธิบาย รายละเอียดของ งานได้ไม่ ชัดเจน ไม่สบตา ผู้ฟัง ขาดการ กระตุ้นให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วม	4
รวม					16

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับ คะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ มีความตรงต่อเวลา			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	2.3 ตั้งใจเรียน			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความตระหนักในการใช้ อินเทอร์เน็ต	4.1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกต้องเหมาะสม เกิดประโยชน์			
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3

คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
15-21	ดี (2)
8-14	พอใช้ (1)
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง (0)

ลงชื่อ _____ ผู้สังเกต

(_____)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

**แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้**

การวัดและประเมินผลประจำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ทดสอบและแก้ไขปัญหาที่พบ

สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	การวัดและ ประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<u>การแปล</u> <u>ความหมาย</u> <u>ข้อมูลและการ</u> <u>ใช้ประจักษ์</u> <u>พยานในเชิง</u> <u>วิทยาศาสตร์</u> - C3 ระบุนิ ลัษณพื้นฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่ เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายหลักการ เคลื่อนที่ของ อากาศจาก แบบจำลองได้ (K)	- ประเมินการทำใบ งานที่ 5 เรื่อง การ ทดสอบและวิธี แก้ปัญหาของโคม หมุนล้านนา	- แบบประเมินการ ทำใบงานที่ 5 เรื่อง การทดสอบและวิธี แก้ปัญหาของโคม หมุนล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านทักษะ (P) 2. แก้ไขปัญหาที่ พบได้ (P)	- ประเมินการทำใบ งานที่ 5 เรื่อง การ ทดสอบและวิธี แก้ปัญหาของโคม หมุนล้านนา	- แบบประเมินการ ทำใบงานที่ 5 เรื่อง การทดสอบและวิธี แก้ปัญหาของโคม หมุนล้านนา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านจิตพิสัย (A) 3. รับผิดชอบและ มุ่งมั่นในการ ทำงานที่ได้รับ มอบหมาย (A)	- ประเมิน พฤติกรรมระหว่าง เรียน	- แบบประเมิน พฤติกรรมระหว่าง เรียน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป

แบบประเมินใบงานที่ 5 เรื่อง การทดสอบและวิธีแก้ปัญหของโคมหมูล้านนา

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวมคะแนน
		ความถูกต้องของเนื้อหา	การระบุวิธีการแก้ปัญหา	ภาษาที่ใช้	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และ การนำเสนอ		
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5 เรื่อง การทดสอบและวิธีแก้ปัญหของโคมหมูล้านนา

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.ความ ถูกต้องของ เนื้อหา	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนดมี รายละเอียด ครอบคลุมทุก ส่วน	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนดมี รายละเอียด ครอบคลุม	เนื้อหาเป็นไป ตามที่กำหนดมี รายละเอียด ครอบคลุม บางส่วน	เนื้อหาไม่ เป็นไปตามที่ กำหนด รายละเอียดไม่ ครอบคลุม	4
2. การระบุ วิธีการแก้ไข ปัญหา	มีการระบุ วิธีการแก้ไข ปัญหาคด้วย ตนเองและ สามารถนำ วิธีการแก้ไข ปัญหานั้นไปใช้ แก้ปัญหาคได้ จริง	มีการระบุ วิธีการแก้ไข ปัญหาคด้วย ตนเองแต่ไม่ สามารถนำ วิธีการแก้ไข ปัญหานั้นไปใช้ แก้ปัญหาคได้จริง	ไม่สามารถระบุ วิธีการแก้ไข ปัญหาคได้ ต้องมี ผู้ให้ข้อเสนอแนะ จึงสามารถ แก้ไขปัญหาคได้	ไม่สามารถระบุ วิธีการแก้ไข ปัญหาคได้ และ ไม่สามารถ แก้ปัญหาคต่าง ๆ ได้	4
3.ภาษาที่ใช้	ไม่มีการสะกด คำผิด	การสะกดคำผิด ไม่เกิน 2 แห่ง	การสะกดคำผิด ไม่เกิน 3 แห่ง	การสะกดคำผิด ไม่เกิน 4 แห่ง	4
4. ระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์ พยาน และ เหตุผลที่ เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	นักเรียน สามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน	นักเรียน สามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 3 ประเด็น	นักเรียน สามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 2 ประเด็น	นักเรียน สามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ ได้ประเด็นเดียว	4
5. การ นำเสนอ	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาด	พูดชัดเจน ไม่ สบตาผู้ฟัง ขาด	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง	4

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
	กระตุ้นให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วม	การกระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วนร่วม	การกระตุ้นให้ ผู้ฟังมีส่วนร่วม	ขาดการกระตุ้น ให้ผู้ฟังมีส่วน ร่วม	
รวม					20



แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับ คะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ มีความตรงต่อเวลา			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	2.3 ตั้งใจเรียน			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความตระหนักรู้ ในการใช้อินเทอร์เน็ต	4.1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกต้อง เหมาะสม เกิดประโยชน์			
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3

คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
15-21	ดี (2)
8-14	พอใช้ (1)
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง (0)

ลงชื่อ _____ ผู้สังเกต

(_____)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

**แบบประเมินการเรียนรู้และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ประจำแผนการจัดการเรียนรู้**

การวัดและประเมินผลประจำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การนำเสนอ

สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	การวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<u>การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</u> เสนอวิธีสำรวจ - C1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น - C2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K) 2. อธิบายหลักการเกิดลมจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K) 3. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม (K)	- ประเมินการทำใบงานที่ 7 เงามืดขึ้นได้อย่างไร - ประเมินการทำใบงานที่ 6 การเกิดลม	- แบบประเมินการทำใบงานที่ 7 เงามืดขึ้นได้อย่างไร - แบบประเมินการทำใบงานที่ 6 การเกิดลม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านทักษะ (P) 4. นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโคมหลุมล้านนาได้เชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ได้ (P)	- ประเมินนำเสนอเกี่ยวกับโคมหลุมล้านนา - ประเมินชิ้นงาน	- แบบประเมินการนำเสนอเกี่ยวกับโคมหลุมล้านนา - แบบประเมินชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
	ด้านจิตพิสัย (A) 5. รับผิดชอบและมุ่งมั่นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย (A)	- ประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป

แบบประเมินใบงานที่ 6 การเกิดลม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	กลุ่ม	รายการประเมิน					รวม คะแนน
		การทดลองตามแผนที่กำหนด	การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	การบันทึกผลการทดลอง	การสรุปผลการทดลอง	การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือ	
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 6 การเกิดลม

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.การทดลอง ตามแผนที่ กำหนด	ทดลองตาม วิธีการและ ขั้นตอนที่ กำหนดไว้ อย่างถูกต้อง มีการ ปรับปรุง แก้ไขเป็น ระยะ	ทดลองตาม วิธีการและ ขั้นตอนที่ กำหนดไว้ โดยครูเป็นผู้ แนะนำใน บางส่วน มี การปรับปรุง แก้ไขบ้าง	ทดลองตาม วิธีการและ ขั้นตอนที่ กำหนดไว้ หรือ ดำเนินการ ข้ามขั้นตอนที่ กำหนดไว้ไม่ มีการ ปรับปรุง แก้ไข	ทดลองตาม แผนที่ กำหนดโดยมี ครูเป็นผู้ แนะนำทุก ขั้นตอนการ ทดลอง และ ไม่มีการ ปรับปรุง แก้ไข	4
2.การใช้ อุปกรณ์และ/ หรือ เครื่องมือ	การใช้ อุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือ ในการทดลอง ได้อย่าง คล่องแคล่ว และถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติ	การใช้ อุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือ ในการทดลอง ได้อย่าง ถูกต้องตาม หลักปฏิบัติแต่ ได้ทุกอุปกรณ์ แต่ไม่ คล่องแคล่ว	การใช้ อุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือ ในการทดลอง ได้อย่าง ถูกต้องตาม หลักปฏิบัติแต่ ได้บางทุก อุปกรณ์และ ไม่ คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือไม่ ถูกต้อง	4
3. การบันทึก ผลการ ทดลอง	บันทึกผลเป็น อย่างถูกต้อง มีระเบียบและ เป็นไปตาม การทดลอง	บันทึกผลการ ทดลอง ถูกต้อง บางส่วนและ	บันทึกผลการ ทดลองได้ไม่ ถูกต้องและ ไม่เป็นไปตาม ผลการทดลอง	บันทึกผลการ ทดลองไม่ ครบ และไม่ เป็นระเบียบ	4

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
		เป็นไปตาม การทดลอง			
4. การ สรุปผลการ ทดลอง	สรุปผลการ ทดลองได้ อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และ ครอบคลุม ข้อมูล จาก การวิเคราะห์ ทั้งหมด	สรุปผลการ ทดลองได้ อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน แต่ไม่ ครอบคลุม ข้อมูล จาก การวิเคราะห์ ทั้งหมด	สรุปผลการ ทดลองได้ ตามความเห็น โดยไม่ใช้ ข้อมูลจากการ ทดลอง	ไม่สามารถ สรุปผลการ ทดลองได้	4
5. การดูแล และการเก็บ อุปกรณ์และ/ หรือ เครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือใน การทดลอง และมีการทำ ความสะอาด และเก็บอย่าง ถูกต้องตาม หลักการ	ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือใน การทดลอง และมีการทำ ความสะอาด แต่เก็บไม่ ถูกต้องตาม หลักการ	ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือใน การทดลอง และมีการทำ ความสะอาด แต่ไม่สะอาด และเก็บไม่ ถูกต้องตาม หลักการ	ไม่ดูแล อุปกรณ์และ/ หรือ เครื่องมือใน การทดลอง และไม่สนใจ ทำความสะอาด รวมทั้งเก็บ ไม่ถูกต้อง	4
รวม					20

แบบประเมินใบงานที่ 7 เยาวชนเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	กลุ่ม	รายการประเมิน					รวมคะแนน
		ความถูกต้องของเนื้อหา	ภาษาที่ใช้	ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล	ความเป็นระเบียบ	ความตรงต่อเวลา	
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 7 เจาเกิดขึ้นได้อย่างไร

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1.ความ ถูกต้องของ เนื้อหา	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนด มีรายละเอียดครอบคลุมทุก ส่วน	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนด มีรายละเอียดครอบคลุม	เนื้อหาเป็นไปตามที่กำหนด มีรายละเอียดครอบคลุม บางส่วน	เนื้อหาไม่ เป็นไปตามที่ กำหนด รายละเอียด ไม่ครอบคลุม	4
2.ภาษาที่ใช้	ไม่มีการ สะกดคำผิด	การสะกด คำผิดไม่เกิน 2 แห่ง	การสะกด คำผิด ไม่เกิน 3 แห่ง	การสะกด คำผิด ไม่เกิน 4 แห่ง	4
3. ความคิด สร้างสรรค์ใน การนำเสนอ ข้อมูล	แสดงออกถึง ความคิด สร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็น ระบบ	มีแนวคิด แปลกใหม่ไม่ เป็นระบบ	มีความ น่าสนใจแต่ยัง ไม่มีแนวคิด แปลกใหม่	ไม่มีแนวคิด ใหม่	4
4. ความเป็น ระเบียบ	งานมีความ เป็นระเบียบ แสดงออกถึง ความประณีต	งานส่วนใหญ่ มีความเป็น ระเบียบแต่ยัง มีข้อบกพร่อง เล็กน้อย	งานมีความ เป็นระเบียบ แต่มี ข้อบกพร่อง บางส่วน	งานส่วนใหญ่ ไม่มีความเป็น ระเบียบและมี ข้อบกพร่อง	4
5. ความตรง เวลา	ส่งชิ้นงาน ภายในเวลาที่ กำหนด	ส่งชิ้นงานช้า กว่ากำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้า กว่ากำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้า กว่ากำหนด เกิน 3 วันขึ้น ไป	4
รวม					20

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตรงกับใบงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ที่	กลุ่ม	รายการประเมิน					รวม คะแนน
		ความสวยงาม	ลักษณะชิ้นงาน	วัสดุและความแข็งแรง	การปรับปรุงและแก้ไข ชิ้นงาน	การส่งชิ้นงานเครื่องมือ	
		4	4	4	4	4	20

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก (4)
14-17	ดี (3)
10-13	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ประเด็น การ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1. ความ สวยงาม	ชิ้นงานมีความ ประณีต สวยงาม เก็บรายละเอียด ของชิ้นงานได้ดี เยี่ยม	ชิ้นงานมีความ ประณีต สวยงาม แต่เก็บ รายละเอียดของ ชิ้นงานได้ไม่ดี เยี่ยม	ชิ้นงานมีความ สวยงาม แต่เก็บ รายละเอียดของ ชิ้นงานได้ไม่ดี เยี่ยม	ชิ้นงานไม่มี ความ สวยงาม และเก็บ รายละเอียดของ ชิ้นงานได้ไม่ดี เยี่ยม	4
2. ลักษณะ โคม ชั้นใน	โคมชั้นใน มี ขนาดเหมาะสม กับโคมชั้นนอก มีความสมดุล ไม่ เอียง สามารถ หมุนได้	โคมชั้นใน มี ขนาดไม่ เหมาะสมกับ โคมชั้นนอก หรือไม่มีความ สมดุล เอียงอย่าง ใดอย่างหนึ่ง และ สามารถ หมุนได้	โคมชั้นใน มี ขนาดไม่ เหมาะสมกับ โคมชั้นนอก ไม่ มีความสมดุล เอียง แต่สามารถ หมุนได้	โคมชั้นใน มี ขนาดไม่ เหมาะสมกับ โคมชั้นนอก หรือไม่มีความ สมดุล เอียงอย่าง ใดอย่างหนึ่ง และไม่สามารถ หมุนได้	4
3. วัสดุ และความ แข็งแรง	ประดิษฐ์จาก วัสดุที่เหมาะสม กับสภาพและ ประโยชน์การใช้ งาน ชิ้นงาน มี ความคงทน แข็งแรง สามารถ เคลื่อนย้ายได้ สะดวก	ประดิษฐ์จาก วัสดุที่เหมาะสม กับสภาพและ ประโยชน์การใช้ งาน ชิ้นงาน มีไม่ มีความคงทน แข็งแรง สามารถ เคลื่อนย้ายได้ สะดวก	ประดิษฐ์จาก วัสดุที่เหมาะสม กับสภาพและ ประโยชน์การใช้ งาน ชิ้นงาน ไม่ มีความคงทน แข็งแรง ไม่ สามารถ เคลื่อนย้ายได้	ประดิษฐ์จาก วัสดุที่ไม่ เหมาะสม กับ สภาพและ ประโยชน์การใช้ งาน ชิ้นงาน ไม่มี ความคงทน แข็งแรง ไม่ สามารถ เคลื่อนย้ายได้	4

ประเด็น การ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
4. การ ปรับปรุง และแก้ไข ชิ้นงาน	มีความพยายามที่จะปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นและมีคุณภาพอยู่เสมอ	มีความพยายามที่จะปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นและมีคุณภาพ	มีความพยายามที่จะปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นและมีคุณภาพเป็นบางครั้ง	ไม่มีความพยายามที่จะปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นและมีคุณภาพ	4
5. การส่ง ชิ้นงาน	มีการส่งชิ้นงานตามเวลาที่กำหนด	มีการส่งชิ้นงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน	มีการส่งชิ้นงานช้ากว่ากำหนดมากกว่า 1 วัน	ไม่สามารถส่งชิ้นงานได้	4
รวม					20

[illegible]

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8-12	ดีมาก (4)
7-9	ดี (3)
4-6	พอใช้ (2)
ต่ำกว่า 3	ปรับปรุง (1)

เกณฑ์การนำเสนองานชิ้นงาน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม
	(4) ดีมาก	(3) ดี	(2) พอใช้	(1) ปรับปรุง	
1. การนำเสนอเนื้อหา	สามารถนำเสนอข้อมูลของโคมหมุนล้านนาได้อย่างละเอียด และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถนำเสนอข้อมูลของโคมหมุนล้านนาได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	สามารถนำเสนอข้อมูลของโคมหมุนล้านนาได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วน	สามารถนำเสนอข้อมูลของโคมหมุนล้านนาได้ไม่ละเอียดและเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วน	4
2. แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	นักเรียนสามารถบรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	นักเรียนสามารถบรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม แต่ไม่กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	นักเรียนสามารถบรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม แต่ไม่กะทัดรัด และไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	นักเรียนไม่สามารถบรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้	4
3. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	นักเรียนสามารถแสดงข้อมูลและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นและสรุปประเด็นของกลุ่มตนเองได้	นักเรียนสามารถแสดงข้อมูลและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นแต่ไม่สามารถสรุปประเด็นของกลุ่มตนเองได้	นักเรียนสามารถแสดงข้อมูลแต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นและไม่สามารถสรุปประเด็นของกลุ่มตนเองได้	นักเรียนไม่สามารถแสดงข้อมูลและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นและสรุปประเด็นของกลุ่มตนเองได้	4
รวม					12

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับ คะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ มีความตรงต่อเวลา			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	2.3 ตั้งใจเรียน			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความตระหนักรู้ ในการใช้อินเทอร์เน็ต	4.1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างถูกต้องเหมาะสม เกิดประโยชน์			
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3

คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
15-21	ดี (2)
8-14	พอใช้ (1)
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง (0)

ลงชื่อ _____ ผู้สังเกต

(_____)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ภาคผนวก ก

การหาคุณภาพของเครื่องมือจากการประเมินความสอดคล้อง IOC ของผู้เชี่ยวชาญ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์
2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา
3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา



ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
พฤติกรรมก่อนการเรียนรู้ของนักเรียน							
1	นักเรียนมีจุดมุ่งหมายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. เป็นคนเก่งในสายตาคนอื่น ๆ ข. ถ้าไม่เป็นวิชาบังคับจะไม่เลือกเรียน ค. อยากมีอาชีพที่ก้าวหน้าเหมือนคนอื่น ๆ ง. ต้องการมีความรู้ในการคิดคำนวณมาก ๆ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	นักเรียนมีการเตรียมตัวก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. อ่านหนังสือก่อนเรียน ข. ไม่มีการเตรียมใดๆเลย ค. สอบถามเนื้อหาความรู้จากครูผู้สอนก่อนเรียน ง. สืบค้น/ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	หากนักเรียนต้องทวนความรู้เดิม นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ ข. ให้ผู้สอนสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ค. สืบค้นข้อมูลจากหัวข้อที่ผู้สอนกำหนดจากอินเทอร์เน็ต ง. ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น วิดีโอ รูปภาพ เพื่อเชื่อมโยงความรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
4	หากนักเรียนต้องเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. หาที่เรียนพิเศษ ข. สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ค. สอบถามจากครูผู้สอนหรือเพื่อน ง. อ่านหนังสือเรียนและหนังสือเสริมต่าง ๆ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก. สามารถเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปยังสิ่งที่อยู่ไกลตัวได้ ข. เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว สามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้ ค. เป็นวิชาที่ยาก ดังนั้นจึงมักรอครูเฉลย ง. เป็นวิชาที่น่าเบื่อไม่จำเป็นต้องเรียนก็ได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
พฤติกรรมการเรียนรู้เนื้อหา							
6	นักเรียนชอบสภาพการเรียนรู้แบบใด ก. นักเรียนมีอิสระในการหาความรู้ด้วยตนเอง ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ค. ครูบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง ง. แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
7	ข้อต่อไปนี ตรงหรือใกล้เคียง กับการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงใด ก. หาคำตอบด้วยตนเองเสมอ ข. ไม่ค่อยสนใจตอบคำถามของครู ค. พยายามมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม ของครูเสมอ ง. ชอบแข่งขันเป็นกลุ่มกับเพื่อนในการตอบ คำถามของครู	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติ ดังต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด ก. มักจะถามคำตอบจากครูบ่อย ๆ ข. ใช้ทุกวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งคำตอบ ค. มักสอบถามคำตอบจากเพื่อนบ่อยครั้ง ง. แบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน บ่อยครั้ง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	ถ้าครูให้ออกไปทำโจทย์บนกระดานดำ นักเรียนจะ ปฏิบัติอย่างไร ก. รีบออกไปทำให้เสร็จก่อนเพื่อน ๆ ข. คอยช่วยบอกเพื่อนให้ทำให้ถูกต้อง ค. ถามวิธีทำจากเพื่อนก่อนออกไปทำ ง. นั่งเฉย ๆ ให้เพื่อน ๆ ออกไปทำให้ เสร็จก่อน	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
10	นักเรียนชอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้เพียงใด ก. มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน ข. ให้ครูถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนฟังก่อน ค. ทำงานกลุ่มมากกว่าทำงานคนเดียว ง. ศึกษาหาความรู้และทำงานด้วยตนเองเสมอ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ทุกเล่มที่เห็นว่าสำคัญ ข. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เมื่อใกล้ถึงวันสอบเท่านั้น ค. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ง. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เฉพาะที่ครูแนะนำเท่านั้น	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนชอบปฏิบัติอย่างไร ก. จดงานหรือขีดเส้นได้ข้อความสำคัญที่ครูเน้น ข. เข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอ ค. อ่านหนังสือล่วงหน้าเพื่อเตรียมตัวเรียนในวันต่อไป ง. ทำการบ้าน เมื่อใกล้เวลาที่จะต้องส่งครู	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
13	ข้อความต่อไปนี้ ตรงกับความคิดของนักเรียนเพียงใด ก. การเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นเรื่องน่าเบื่อ ข. ชั้นเรียนเป็นที่แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ค. ชั้นเรียนเป็นที่ ๆ ใช้ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ง. ชั้นเรียนเป็นสถานที่ ที่ได้รับความรู้จากการถ่ายทอดจากครู	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. วางแผนทำงานให้ดีกว่าเพื่อน ๆ ข. รีบทำให้เสร็จโดยไม่คำนึงถึงผลมากนัก ค. วางแผนทำโดยศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ง. ทำงานร่วมกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
15	เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ข. ทำให้มีคุณภาพและปริมาณมากกว่าเพื่อน ค. รอให้เวลาที่จะส่งงานใกล้เข้ามาจึงจะลงมือทำ ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
พฤติกรรมการณ์เรียนรู้ด้านการลงมือปฏิบัติ							
16	นักเรียนชอบกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบใด ก. กิจกรรมที่ต้องมีครูคอยเป็นผู้แนะนำ ข. กิจกรรมที่ต้องมีการแข่งขันเพื่อชัยชนะ ค. กิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือซึ่งกัน และกัน ง. กิจกรรมที่ต่างคนต่างทำ ด้วยความคิด ของตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	นักเรียนมีความเห็นเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการ ปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก. สามารถคำตอบที่สงสัยทางวิทยาศาสตร์ ได้ ข. นักเรียนได้มีการทำการทดลองร่วมกัน เป็นทีม ค. ควรมีกิจกรรมอื่นที่ไม่ใช่การทดลอง เช่น เกม ง. การทดลองไม่ได้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	ก่อนการทดลองวิทยาศาสตร์นักเรียนมีการเตรียมตัว อย่างไร ก. ไม่สนใจทำการทดลองเลย ข. ศึกษาข้อมูลการทดลองเบื้องต้น ค. รอฟังคำอธิบายจากครูอย่างเดียว ง. ศึกษาการทดลองร่วมกับเพื่อนในชั้น เรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
19	เมื่อมีการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. หลีกเลี่ยงเพราะเป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ ข. นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามวิธีที่ครูเสนอแนะ ค. เข้าร่วมกิจกรรมทุกกิจกรรมโดยเฉพาะกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ ง. มักร่วมเสนอความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกันกับเพื่อน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	นักเรียนชอบปฏิบัติตามกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่อไปนี้เพียงใด ก. แก้ปัญหาด้วยตนเอง ข. แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ค. ครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูก่อน ง. กิจกรรมอื่นๆ นอกเหนือจากการทดลอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	เมื่อมีกิจกรรมนอกห้องเรียน นักเรียนมักปฏิบัติอย่างไร ก. หลีกเลี่ยงกิจกรรมเหล่านั้นบ่อย ๆ ข. เข้าร่วมกิจกรรมทุกประเภทเท่าที่จะทำได้ ค. เข้าร่วมกิจกรรมเฉพาะที่เป็นวิชาการเท่านั้น ง. เข้าร่วมกิจกรรมเฉพาะการทดลองวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
22	หากนักเรียนได้รับหัวข้อในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร ก. รอดูวิธีการแก้ปัญหาจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ข. ถามวิธีการแก้ปัญหาจากครู ค. หาวิธีการวิธีการแก้ปัญหาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ง. ไม่คิดหาทางแก้ปัญหาและรอเฉลยวิธีการแก้ปัญหาจากครู	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ข. ทำให้มีคุณภาพและปริมาณมากกว่าเพื่อน ค. รอให้เวลาที่จะส่งงานใกล้เข้ามาจึงจะลงมือทำ ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
24	ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อใด ก. ครูจะต้องสอนสิ่งที่ถูกต้องเสมอ ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ ค. กิจกรรมการทดลองไม่สามารถอธิบายความเป็นวิทยาศาสตร์ได้ ง. นักเรียนเข้าไปเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้นหลังจากทำการทดลอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
25	ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นักเรียนจะอย่างไร ก. ทำตามวิธีการของตนเอง ข. ทำตามวิธีการที่ครูเสนอแนะ ค. ทำในส่วนที่รับผิดชอบให้เร็วกว่าคนอื่น ๆ ง. พยายามศึกษาและร่วมทำกิจกรรมอย่างดีที่สุด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
พฤติกรรมหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
26	หลังจากที่เรียนเนื้อหาจบนักเรียน ควรปฏิบัติตนอย่างไร ก. สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด ข. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอสรุปความรู้ ค. นักเรียนแต่ละคนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่สรุปได้ ง. สรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอด เช่น บรรยายประกอบภาพ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
27	หลังจากที่เรียนเนื้อหาจบนักเรียนโดยที่นักเรียนยังไม่เข้าใจนักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. นักเรียนให้เพื่อนที่เข้าใจอธิบายให้นักเรียนฟัง ข. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างและสรุปเป็นความรู้ของตนเอง ค. นักเรียนนำความรู้ที่เรียนมาสรุปเป็นแผนผังความคิด ง. ให้ครูอธิบายให้ฟังอีกครั้งเพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ไม่เข้าใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนนักเรียนจะทำอย่างไร ก. ทำตามวิธีการของตนเอง ข. ทำตามวิธีการที่ครูเสนอแนะ ค. ทำในส่วนที่รับผิดชอบให้เร็วกว่าคนอื่น ๆ ง. พยายามศึกษาและร่วมทำกิจกรรมอย่างดีที่สุด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. ปรึกษากับเพื่อน ๆ หลังเลิกเรียน ข. ขอลอกจากเพื่อนเมื่อถึงกำหนดส่ง ค. ทำตามวิธีที่ตนเองเข้าใจและคิดว่าถูกต้อง ง. ซักถามวิธีทำจากครูก่อนที่จะลงมือทำ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
		1	2	3			
30	เมื่อครูสั่งให้ทำการบ้าน นักเรียนทำอะไร ก. พยายามทำเองให้ครบ ข. ซักถามจากเพื่อนเมื่อทำไม่ได้ ค. ให้คำปรึกษาเพื่อนเมื่อเพื่อนทำไม่ได้ ง. ทำให้ครบและถูกต้องตามที่ครูกำหนด	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

จากตารางที่ 1 แสดงค่า IOC ของแบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้ว ค่า IOC ที่ได้มากกว่า 0.5 แสดงว่า แบบสอบถามความต้องการรูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำมาสอบถามเพื่อสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.5 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	ด้านเนื้อหา						
	2.1 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.5 เนื้อหาจะวัดวัดเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	ด้านการใช้ภาษา						
	3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 ความถูกต้องในการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
	3.3 มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.4 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ด้านกิจกรรม						
	4.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4.3 จัดลำดับกิจกรรมถูกต้องเหมาะสม	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.5 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	ด้านคำถามท้ายกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.3 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.4 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.5 จำนวนคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.5 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	ด้านเนื้อหา						
	2.1 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.5 เนื้อหาจะจัดวัดเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	ด้านการใช้ภาษา						
	3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 ความถูกต้องในการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
	3.3 มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.4 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ด้านกิจกรรม						
	4.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.3 จัดลำดับกิจกรรมถูกต้องเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.5 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	ด้านคำถามท้ายกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.3 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.4 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.5 จำนวนคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.5 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	ด้านเนื้อหา						
	2.1 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.5 เนื้อหาจะจัดเรียงเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	ด้านการใช้ภาษา						
	3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 ความถูกต้องในการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
	3.3 มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.4 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ด้านกิจกรรม						
	4.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.3 จัดลำดับกิจกรรมถูกต้องเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.5 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	ด้านคำถามท้ายกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.3 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.4 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.5 จำนวนคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.5 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	ด้านเนื้อหา						
	2.1 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.5 เนื้อหาจะจัดเรียงเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	ด้านการใช้ภาษา						
	3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 ความถูกต้องในการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
	3.3 มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.4 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ด้านกิจกรรม						
	4.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.3 จัดลำดับกิจกรรมถูกต้องเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.5 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	ด้านคำถามท้ายกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.3 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.4 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.5 จำนวนคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.5 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	ด้านเนื้อหา						
	2.1 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	2.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.5 เนื้อหาจะตัดรัดเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	ด้านการใช้ภาษา						
	3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 ความถูกต้องในการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	3.3 มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.4 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	ด้านกิจกรรม						
	4.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.3 จัดลำดับกิจกรรมถูกต้องเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4.5 มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	ด้านคำถามท้ายกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.3 สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.4 คำถามเข้าใจง่ายไม่กำกวม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5.5 จำนวนคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม	ข้อ 1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 3	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 11	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 16	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 19	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
2. อธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ข้อ 4	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 20	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
3. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์	ข้อ 21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 23	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ 24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ 25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
3. อธิบายการเกิด แก๊สมีดแก๊มัวจาก หลักฐานเชิง ประจักษ์	ข้อ26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ข้อ28	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ29	0	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	ข้อ30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบ

1. ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องลมและเงา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรือง จำนวน 46 คน
2. ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องลมและเงา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรือง จำนวน 46 คน



ตารางที่ 4 ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องลมและเงา
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ้งกู๋เรื่อง จำนวน 46 คน

คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ (40)	คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ (40)
1	28	24	29
2	26	25	28
3	26	26	29
4	23	27	28
5	22	28	26
6	22	29	26
7	22	30	27
8	22	31	25
9	21	32	25
10	19	33	23
11	20	34	25
12	18	35	25
13	18	36	24
14	19	37	22
15	19	38	21
16	18	39	20
17	12	40	19
18	13	41	19
19	10	42	17
20	11	43	19
21	34	44	13
22	34	45	13
23	33	46	11

ตารางที่ 5 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อแบบอิงเกณฑ์ ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องลมและเงา จำนวน 30 ข้อ โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแจ่งคู่วีรียง จำนวน 46 คน

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.22	ใช้ได้
2	0.3	ใช้ได้
3	0.39	ใช้ได้
4	0.22	ใช้ได้
5	**0.04	ใช้ไม่ได้
6	**0.13	ใช้ไม่ได้
7.1	0.35	ใช้ได้
7.2	0.22	ใช้ได้
7.3	0.35	ใช้ได้
8	**0	ใช้ไม่ได้
9	0.3	ใช้ได้
10	**0	ใช้ไม่ได้
11	0.3	ใช้ได้
12.1	0.35	ใช้ได้
12.2	0.26	ใช้ได้
12.3	0.35	ใช้ได้
13	**0	ใช้ไม่ได้
14	0.22	ใช้ได้
15.1	0.3	ใช้ได้
15.2	0.22	ใช้ได้
15.3	0.43	ใช้ได้
16	**0.09	ใช้ไม่ได้
17	0.39	ใช้ได้
18.1	0.26	ใช้ได้
18.2	0.22	ใช้ได้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
18.3	0.26	ใช้ได้
19	0.39	ใช้ได้
20	**0.04	ใช้ไม่ได้
21.1	0.35	ใช้ได้
21.2	0.22	ใช้ได้
21.3	0.22	ใช้ได้
22	0.28	ใช้ได้
23	0.22	ใช้ได้
24	0.35	ใช้ได้
25	0.22	ใช้ได้
26	0.48	ใช้ได้
27	**0	ใช้ไม่ได้
28	0.39	ใช้ได้
29	0.22	ใช้ได้
30	0.26	ใช้ได้

** เป็นข้อสอบที่ไม่สามารถนำไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้

ตารางที่ 6 ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อแบบอิงกลุ่ม ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่องลมและเงา จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความยากง่าย	แปลผล
1	0.46	ใช้ได้
2	0.63	ใช้ได้
3	0.28	ใช้ได้
4	0.85	ใช้ได้
5	0.24	ใช้ได้
6	0.89	ใช้ได้
7.1	0.74	ใช้ได้
7.2	0.63	ใช้ได้
7.3	0.74	ใช้ได้
8	0.39	ใช้ได้
9	0.28	ใช้ได้
10	**0.07	ใช้ไม่ได้
11	0.28	ใช้ได้
12.1	0.65	ใช้ได้
12.2	0.78	ใช้ได้
12.3	0.61	ใช้ได้
13	**0.09	ใช้ไม่ได้
14	0.33	ใช้ได้
15.1	0.63	ใช้ได้
15.2	0.41	ใช้ได้
15.3	0.61	ใช้ได้
16	0.78	ใช้ได้
17	0.41	ใช้ได้
18.1	0.48	ใช้ได้
18.2	0.37	ใช้ได้
18.3	0.65	ใช้ได้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความยากง่าย	แปลผล
19	0.5	ใช้ได้
20	**0.85	ใช้ไม่ได้
21.1	0.57	ใช้ได้
21.2	0.63	ใช้ได้
21.3	0.5	ใช้ได้
22	0.28	ใช้ได้
23	0.8	ใช้ได้
24	0.74	ใช้ได้
25	0.63	ใช้ได้
26	0.54	ใช้ได้
27	0.52	ใช้ได้
28	0.76	ใช้ได้
29	0.63	ใช้ได้
30	0.61	ใช้ได้

** ข้อสอบใช้ไม่ได้ ควรตัดออก

ดังนั้น จากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบ ข้อสอบที่ไม่สามารถ
ใช้ได้หรือควรตัดออก มีทั้งหมด 9 ข้อ ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 22 และ 26

ภาคผนวก จ

ผลการศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น

ผลการศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตารางที่ 7 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาพฤติกรรมก่อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	A	B	C	D
(1) นักเรียนมีจุดมุ่งหมายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. เป็นคนเก่งในสายตาคคนอื่น ๆ ข. ถ้าไม่เป็นวิชาบังคับจะไม่เลือกเรียน ค. อยากมีอาชีพที่ก้าวหน้าเหมือนคนอื่น ๆ ง. ต้องการมีความรู้ในการคิดคำนวณมาก ๆ	1.78	3.78	3.07	1.15
(2) นักเรียนมีการเตรียมตัวก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไร ก. อ่านหนังสือก่อนเรียน ข. ไม่มีการเตรียมใดๆเลย ค. สอบถามเนื้อหาความรู้จากครูผู้สอนก่อนเรียน ง. สืบค้น/ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง	1.81	3.78	1.48	2.93
(3) หากนักเรียนต้องทวนความรู้เดิม นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบ ข. ให้ผู้สอนสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ค. สืบค้นข้อมูลจากหัวข้อที่ผู้สอนกำหนด จากอินเทอร์เน็ต ง. ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น วิดีโอ รูปภาพ เพื่อเชื่อมโยงความรู้	2.93	2.33	1.00	3.74

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	A	B	C	D
(4) หากนักเรียนต้องเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. หาที่เรียนพิเศษ ข. สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ค. สอบถามจากครูผู้สอนหรือเพื่อน ง. อ่านหนังสือเรียนและหนังสือเสริมต่าง ๆ	2.74	2.52	1.37	3.37
(5) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก. สามารถเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปยังสิ่งที่อยู่ไกลตัวได้ ข. เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว สามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้ ค. เป็นวิชาที่ยาก ดังนั้นจึงมักรอครูเฉลย ง. เป็นวิชาที่น่าเบื่อไม่จำเป็นต้องเรียนก็ได้	1.22	3.04	2.52	3.22
รวม	10.48	15.44	9.44	14.48
เฉลี่ย	2.10	3.09	1.89	2.90

ตารางที่ 7 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านเนื้อหา

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	D	E	F	G
(6) นักเรียนชอบสภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใด ก. นักเรียนมีอิสระในการหาความรู้ด้วยตนเอง ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ค. ครูบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง ง. แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง	3.63	1.81	2.48	2.07
(7) ข้อต่อไปนี้ <u>ตรงหรือใกล้เคียง</u> กับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงใด ก. หาคำตอบด้วยตนเองเสมอ ข. ไม่ค่อยสนใจตอบคำถามของครู ค. พยายามมีส่วนร่วมในการตอบคำถามของครูเสมอ ง. ชอบแข่งขันเป็นกลุ่มกับเพื่อนในการตอบคำถามของครู	2.48	2.70	2.30	2.52
(8) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด ก. มักจะถามคำตอบจากครูบ่อย ๆ ข. ใช้ทุกวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งคำตอบ ค. มักลอกคำตอบจากเพื่อนบ่อยครั้ง ง. แบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนบ่อยครั้ง	1.89	3.00	2.52	2.59
(9) ถ้าครูให้ออกไปทำโจทย์บนกระดานดำ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. รีบออกไปทำให้เสร็จก่อนเพื่อน ๆ ข. คอยช่วยบอกเพื่อนให้ทำให้ถูกต้อง ค. ถามวิธีทำจากเพื่อนก่อนออกไปทำ ง. นั่งเฉย ๆ ให้เพื่อน ๆ ออกไปทำให้เสร็จก่อน	3.11	1.74	2.52	2.63

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	D	E	F	G
(10) นักเรียนชอบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้เพียงใด ก. มีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน ข. ให้ครูถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนฟังก่อน ค. ทำงานกลุ่มมากกว่าทำงานคนเดียว ง. ศึกษาหาความรู้และทำงานด้วยตนเองเสมอ	2.96	1.89	2.44	2.70
(11) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ทุกเล่มที่เห็นว่าสำคัญ ข. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เมื่อใกล้ถึงวันสอบเท่านั้น ค. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ง. อ่านหนังสือวิทยาศาสตร์เฉพาะที่ครูแนะนำเท่านั้น	2.67	2.26	2.33	2.74
(12) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชอบปฏิบัติอย่างไร ก. จดงานหรือขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญที่ครูเน้น ข. เข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอ ค. อ่านหนังสือล่วงหน้า เพื่อเตรียมตัวเรียนในวันต่อไป ง. ทำการบ้าน เมื่อใกล้เวลาที่จะต้องส่งครู	3.15	2.04	1.48	3.33
(13) ข้อความต่อไปนี้ ตรงกับความคิดของนักเรียนเพียงใด ก. การเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นเรื่องน่าเบื่อ ข. ชั้นเรียนเป็นที่แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ค. ชั้นเรียนเป็นที่ ๆ ใช้ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ง. ชั้นเรียนเป็นสถานที่ ที่ได้รับความรู้จากการถ่ายทอดจากครู	2.96	2.56	2.52	2.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	D	E	F	G
(14) เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานเกี่ยวกับวิชา วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ก. วางแผนทำงานให้ดีกว่าเพื่อน ๆ ข. รีบทำให้เสร็จโดยไม่คำนึงถึงผลมากนัก ค. วางแผนทำโดยศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ง. ทำงานร่วมกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	2.81	1.67	3.04	2.48
(15) เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ข. ทำให้มีคุณภาพและปริมาณมากกว่าเพื่อน ค. รอให้เวลาที่จะส่งงานใกล้เข้ามาจึงจะลงมือทำ ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	3.19	2.00	2.56	2.26
รวม	28.85	21.63	24.19	25.33
เฉลี่ย	2.89	2.16	2.42	2.53

ตารางที่ 7 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้านการลงมือปฏิบัติ

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	H	I	J	K
(16) นักเรียนชอบกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบใด ก. กิจกรรมที่ต้องมีครูคอยเป็นผู้แนะนำ ข. กิจกรรมที่ต้องมีการแข่งขันเพื่อชัยชนะ ค. กิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือซึ่งกันและกัน ง. กิจกรรมที่ต่างคนต่างทำ ด้วยความคิดของตนเอง	3.41	3.37	1.63	1.59
(17) นักเรียนมีความเห็นเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก. สามารถคำตอบที่สงสัยทางวิทยาศาสตร์ได้ ข. นักเรียนได้มีการทำการทดลองร่วมกันเป็นทีม ค. ควรมีกิจกรรมอื่นที่ไม่ใช่การทดลอง เช่น เกม ง. การทดลองไม่ได้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	1.67	2.44	3.33	2.56
(18) ก่อนการทดลองวิทยาศาสตร์นักเรียนมีการเตรียมตัวอย่างไร ก. ไม่สนใจทำการทดลองเลย ข. ศึกษาข้อมูลการทดลองเบื้องต้น ค. รอฟังคำอธิบายจากครูอย่างเดียว ง. ศึกษาการทดลองร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน	2.93	2.48	2.81	1.78

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	H	I	J	K
(19) เมื่อมีการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. หลีกเลียงเพราะเป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ ข. นักเรียนปฏิบัติตามวิธีที่ครูเสนอแนะ ค. เข้าร่วมกิจกรรมทุกกิจกรรมโดยเฉพาะกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ ง. มักร่วมเสนอความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกันกับเพื่อน ๆ	1.00	2.59	3.33	3.07
(20) นักเรียนชอบปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่อไปนี้เพียงใด ก. แก้ปัญหาด้วยตนเอง ข. แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ ค. ครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูก่อน ง. กิจกรรมอื่นๆ นอกเหนือจากการทดลอง	3.04	1.74	3.15	2.07
(21) เมื่อมีกิจกรรมนอกห้องเรียน นักเรียนมักปฏิบัติอย่างไร ก. หลีกเลียงกิจกรรมเหล่านั้นบ่อย ๆ ข. เข้าร่วมกิจกรรมทุกประเภทเท่าที่จะทำได้ ค. เข้าร่วมกิจกรรมเฉพาะที่เป็นวิชาการเท่านั้น ง. เข้าร่วมกิจกรรมเฉพาะการทดลองวิทยาศาสตร์	1.89	2.74	3.26	2.11

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	H	I	J	K
(22) หากนักเรียนได้รับหัวข้อในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร ก. รอดูวิธีการแก้ปัญหาจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ข. ถามวิธีการแก้ปัญหาจากครู ค. หาวิธีการวิธีการแก้ปัญหาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ง. ไม่คิดหาทางแก้ปัญหาและรอดูวิธีการแก้ปัญหาจากครู	2.30	2.63	3.26	1.81
(23) เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอย่างไร ก. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ข. ทำให้มีคุณภาพและปริมาณมากกว่าเพื่อน ค. รอให้เวลาที่จะส่งงานใกล้เข้ามาจึงจะลงมือทำ ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	3.48	1.15	3.52	1.85
(24) ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับข้อใด ก. ครูจะต้องสอนสิ่งที่ถูกต้องเสมอ ข. นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ ค. กิจกรรมการทดลองไม่สามารถอธิบายความเป็นวิทยาศาสตร์ได้ ง. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้นหลังจากทำการทดลอง	2.89	2.56	3.56	1.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	H	I	J	K
(25) ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรม ประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นักเรียนจะ ทำอย่างไร				
ก. ทำตามวิธีการของตนเอง			2.93	
ข. ทำตามวิธีการที่ครูเสนอแนะ	2.89			
ค. ทำในส่วนที่รับผิดชอบให้เร็วกว่าคนอื่น ๆ				2.11
ง. พยายามศึกษาและร่วมทำกิจกรรมอย่างดีที่สุด		2.07		
รวม	25.48	23.78	30.78	19.96
เฉลี่ย	2.55	2.38	3.08	2.00

ตารางที่ 7 วิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จากแบบสำรวจพฤติกรรมการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาพฤติกรรมหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	G	L	M	N
(26) หลังจากที่เราเรียนเนื้อหาจบนักเรียน ควรปฏิบัติตนอย่างไร ก. สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด ข. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอสรุปความรู้ ค. นักเรียนแต่ละคนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ที่สรุปได้ ง. สรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอด เช่น บรรยายประกอบภาพ	3.30	1.70	1.30	3.70
(27) ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร ก. ทำตามวิธีการของตนเอง ข. ทำตามวิธีการที่ครูเสนอแนะ ค. ทำในส่วนที่รับผิดชอบให้เร็วกว่าคนอื่น ๆ ง. พยายามศึกษาและร่วมทำกิจกรรมอย่างดีที่สุด	2.81	2.26	1.74	3.19
(28) ในการทำการบ้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติอย่างไร ก. ปรึกษากับเพื่อน ๆ หลังเลิกเรียน ข. ขอลอกจากเพื่อนเมื่อถึงกำหนดส่ง ค. ทำตามวิธีที่ตนเองเข้าใจและคิดว่าถูกต้อง ง. ซักถามวิธีทำจากครูก่อนที่จะลงมือทำ	1.85	2.48	2.52	3.15

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อความ	รูปแบบการเรียนรู้			
	G	L	M	N
(29) เมื่อครูสั่งให้ทำการบ้าน นักเรียนทำอะไร ก. พยายามทำเองให้ครบ ข. ซักถามจากเพื่อนเมื่อทำไม่ได้ ค. ให้คำปรึกษาเพื่อนเมื่อเพื่อนทำไม่ได้ ง. ทำให้ครบและถูกต้องตามที่ครูกำหนด	2.89	2.56	1.22	3.33
(30) เมื่อครูให้นักเรียนทำงานที่จะต้องทำคนเดียว นักเรียนทำอะไร ก. ทำให้มีคุณภาพและปริมาณมากกว่าเพื่อน ข. รอให้เวลาที่จะส่งงานใกล้เข้ามาจึงจะลงมือทำ ค. ทำให้ได้ตามที่ครูกำหนด ง. ใช้ความสามารถของตนเองทำงานอย่างเต็มที่	1.30	1.70	3.70	3.30
รวม	12.15	10.70	10.48	16.67
เฉลี่ย	2.43	2.14	2.10	3.33

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา

นักเรียนคนที่	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนนระหว่างเรียนจากการใช้แผนการเรียนรู้					รวมคะแนนระหว่างเรียน	การทดสอบหลังเรียน (Post-test)
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5		
	(20)	(10)	(10)	(10)	(10)	(20)	(60)	(20)
1	8	7	8	9	7	17	48	14
2	6	9	7	8	9	16	49	16
3	10	8	9	8	8	17	50	18
4	6	7	8	9	7	17	48	14
5	4	8	9	8	7	17	49	18
6	8	9	7	7	9	15	47	16
7	12	8	8	9	8	17	50	16
8	8	7	9	8	7	17	48	20
9	4	9	7	8	9	15	48	18
10	6	7	7	9	8	16	47	16
11	14	7	8	9	7	17	48	14
12	10	8	10	9	8	19	54	20
13	8	9	9	9	9	18	54	18
14	6	8	9	9	8	18	52	18
15	6	7	8	9	7	17	48	14
16	6	8	7	7	7	16	45	14
17	8	8	8	7	7	15	45	16
18	4	9	7	8	9	16	49	18
19	8	9	9	8	9	17	52	16

นักเรียนคนที่	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนนระหว่างเรียนจากการใช้แผนการเรียนรู้อะ					รวมคะแนนระหว่างเรียน	การทดสอบหลังเรียน (Post-test)
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5		
		1	2	3	4	5		
	20	10	10	10	10	20	60	20
20	10	9	8	9	9	17	52	14
21	8	7	7	9	7	17	47	12
22	12	8	10	8	9	16	51	18
23	12	9	7	8	10	16	50	16
24	6	9	8	9	10	16	52	14
25	4	9	10	9	8	16	52	16
26	4	7	7	7	7	15	43	14
27	8	7	7	9	8	16	47	14
รวม	226	227	228	236	228	446	1,365	452
เฉลี่ย	8.37	8.41	8.44	8.74	8.44	16.52	50.56	16.74
S.D.	2.78	0.85	1.04	0.74	1.00	0.98	4.60	2.08
ร้อยละ							84.26	83.70
ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 84.26/83.70								
ดัชนีประสิทธิภาพ E.I. 0.7197								

ภาคผนวก จ

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง “โคมล้านนา” เพื่อยกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ภาพการระดมสมองระบุปัญหา



ภาพการออกแบบคอมมูนล้านนา



ภาพการทำแบบจำลองโคมหฺมนล้านนาและปรับแก้แบบ



ภาพการสร้างคอมมูนล้นนา



ภาพการทดสอบการหมุนของโคมหมุนล้านนา



ภาพการนำเสนอผลงาน



ภาพชิ้นงานนักเรียน



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล นางสาวอัญชลี สมฟองทอง

วัน เดือน ปีเกิด 27 กรกฎาคม 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 115 หมู่ 5 บ้านหนองอ้อ ตำบลเวียง
อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50190

อีเมลแอดเดรส Anchalee_40243@hotmail.com

ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2559 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงาน
พ.ศ. 2560 – ปัจจุบัน ครู
โรงเรียนบ้านแจ่งถู่เรือง
อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่