

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปริญญานิพนธ์
ของ
เสาวลักษณ์ โรมา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2551

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปริญญานิพนธ์
ของ
เสาวลักษณ์ โรมา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2551
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

เสาวลักษณ์ โรมา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขุฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2551

เสาวลักษณ์ โธมา. (2551). *การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน*

ช่วงชั้นที่ 3. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ สมจิต สวณไพญญ์,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดา เต็มบรรจง, รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้ การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยการดำเนินการดังกล่าว ทำให้ได้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และเอกสารประกอบหลักสูตร ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ และผ่านการศึกษานำร่อง รวม 30 ชั่วโมง พบว่า นักเรียน มีผลการเรียนรู้สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำหลักสูตรที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวม 30 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การ ทดสอบค่าที (t-test for dependent samples และ t-test for dependent samples) และการ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ว่า หลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และ จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ยังพบว่า หลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงและการเขียนสื่อความ สูงขึ้น

A CURRICULUM DEVELOPMENT ON THE NATURE OF SCIENCE
FOR THE THIRD GRADE LEVEL STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
SAOWALAK ROMA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

May 2008

Saowalak Roma. (2008). *A Curriculum Development on the Nature of Science for the Third Grade Level Students*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Somchit Sawathanapaibul, Assist. Prof. Dr. Jinda Thambanchong, Assoc. Prof. Chusri Wongratana.

The purpose of this research was pursued by means of the construction and study of the consequences of a new curriculum. This research was conducted through a 4-step procedure: studying basic information, constructing a curriculum, revising and improving the curriculum, and then implementing and checking the efficiency of the curriculum.

Following these steps, a nature of science curriculum and appropriate teaching tools were developed. A draft curriculum and its teaching tools were examined and approved by experts, and a pilot study was carried out for 30 periods.

After implementing and checking the efficiency the curriculum was experimented during 1 semester (30 periods) for *Matthayomsuksa 2* and *Matthayomsuksa 3* students. Data obtained here were analyzed by using t-test for dependent samples, t-test for independent samples, and One-way analysis of variance for these samples.

The analyses of our experimental data gave good results with regard to the understanding of the nature of science, skill in scientific processing, scientific thinking ability, and the consciousness of ethics in science. Post-test scores of students were significantly higher than their pre-test scores at the significant level of 0.01. A similar result in scores between experimental and control groups of students was obtained.

Additional results were also obtained showing an improvement of higher-order thinking and communicative writing abilities.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ของ

เสาวลักษณ์ โธมา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่เดือน พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบุลย์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา แต่มบรรจง)

(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบุลย์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชุติร์ วงศ์รัตน์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา แต่มบรรจง)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชุติร์ วงศ์รัตน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลิตภาค)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบุลย์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดา เต็มบรรจง และ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้สละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำ และให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตยา สำเร็จผล ดร. สมปราวธนา วงศ์บุญหนัก ดร. อมรา เขียวรักษา และดร. ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คุณอรุณี คุณสวัสดิ์ และคุณศุภพิชญ์ พิทยธีรพงศ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความยาก-ง่ายของเนื้อหาและกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ ในฐานะของผู้มีประสบการณ์ตรงในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ นายมานพ งามสุวรรณ ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้ลาศึกษาต่อในระดับดุษฎีบัณฑิต นายบำรุง ชูประเสริฐ รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารวิชาการโรงเรียนระยองวิทยาคมในปีที่ผู้วิจัยลาศึกษาต่อ ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างยิ่งแก่ผู้วิจัยในการลาศึกษาต่อ นายนิพนธ์ ศิลาแสง รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารวิชาการโรงเรียนระยองวิทยาคม คณะครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์โรงเรียนระยองวิทยาคม ตลอดจนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ที่กรุณาให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งจนการวิจัยสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. พรณี ลีกิจวัฒน์ กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยในฐานะศิษย์เสมอมา และขอขอบคุณ เพื่อน พี่ น้อง ชาววิทยาศาสตร์ศึกษา รวมทั้งบุคคลอื่นๆ ซึ่งผู้วิจัยมิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจของท่าน และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ นายมังกร กุลวานิช อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้ไปฝึกอบรบครูประจำการด้านวิทยาศาสตร์ ณ ประเทศญี่ปุ่น ทำให้ผู้วิจัยมีโอกาสร่วมงานกับ Professor Tooru Hasebe ศาสตราจารย์ประจำภาคิวิชาเคมี มหาวิทยาลัย Fukushima ซึ่งท่านได้สร้างแรงบันดาลใจ และสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการวิจัยในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้แก่ผู้วิจัย และให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยในทุกวิถีทาง เพื่อให้ผู้วิจัยเป็นครูที่ดีและเป็นนักวิจัยที่มีคุณภาพ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแก่นายสิงห์ และนางเยื่อน โรมา บิดาและมารดา ครู-อาจารย์ทุกท่าน ซึ่งผู้วิจัยมิอาจกล่าวนามของท่านได้ทั้งหมดในที่นี้ และพี่ๆ ทุกคน ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้การศึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัย จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จได้ในวันนี้

เสาวลักษณ์ โรมา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
แนวคิดเกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร.....	12
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.....	33
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.....	40
แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	45
แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์.....	62
แนวคิดเกี่ยวกับการจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์.....	68
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	74
แนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	99
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	110
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	121
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	131
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	133
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร.....	133
ขั้นตอนที่ 3 การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้.....	144
ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร.....	197

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	202
ผลการพัฒนาหลักสูตร.....	202
ผลการทดลองใช้และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร.....	214
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	231
สรุปผลการวิจัย.....	235
อภิปรายผล.....	237
ข้อเสนอแนะ.....	245
บรรณานุกรม.....	247
ภาคผนวก.....	257
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	258
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	260
ภาคผนวก ค หลักสูตร.....	273
ภาคผนวก ง ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้.....	286
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	309

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางวิเคราะห์ห้ปยุแ่งค้.....	24
2 โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	38
3 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี สาระที่ 8 ช่วงชั้นที่ 3.....	43
4 ขั้นตอนการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม และระดับจริยธรรม ตามแนวคิดของโคห์ลเบิร์ก.....	85
5 ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร.....	145
6 ตารางวิเคราะห์แบบปยุแ่งค้.....	149
7 ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	152
8 ค่าดัชนีความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร ตามความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ.....	157
9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเที่ยงตรง ตามเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน.....	160
10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแนวการตอบและ เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	167
11 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าที (t-test for dependent samples) ของผลการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง การศึกษานำร่อง.....	194
12 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง.....	195
13 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	216
14 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	217
15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการของเซฟเฟ.....	217

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	218
17 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	219
18 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	220
19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	221
20 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	221
21 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านการคิดและการตัดสินใจ แบบวิทยาศาสตร์.....	222
22 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	223
23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจ แบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	224
24 ผลการเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียน กับปลายภาคเรียน.....	225
25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	226

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	226
27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ.....	227

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการพัฒนาลัทธิของโอลิวา.....	17
2 รูปแบบการพัฒนาลัทธิที่ปรับขยายของโอลิวา.....	18
3 แผนภูมิการประเมินลัทธิของโพรวัส.....	30
4 ขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของแม็กแครกเคน และคนอื่นๆ.....	53
5 รูปแบบการพัฒนาลัทธิธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.....	123
6 รูปแบบและกระบวนการประเมินลัทธิ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3.....	126
7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในลัทธิธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3.....	128
8 กระบวนการวิจัยและพัฒนาลัทธิ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3.....	132

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่ค้นพบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป โดยการสื่อสารและการบันทึก ทำให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ได้อาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป จึงกล่าวได้ว่า การเสาะแสวงหาความรู้และการสื่อสาร นำมาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ และทำให้มีการขยายขอบเขตของ ความรู้ ขวาล (สสวท. 2546 : 13 ; อ้างอิงจาก Schwab. 1962) ได้เสนอให้มีการสอนวิทยาศาสตร์เป็น กระบวนการสืบหาความรู้ ซึ่งตรงกับลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เขากล่าวว่า นักเรียนควร มีบทบาทเป็นผู้ค้นหาความรู้และนำความรู้มาแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น

ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีสอน วิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระยะแรกของการพัฒนาหลักสูตร โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. พัฒนาขึ้น จะเน้นการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากที่สุด โดยใช้กิจกรรมเป็นพื้นฐาน (Activity-based Curriculum) เพื่อปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยหวังว่าการเรียนการสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักหาความรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักคิด มีเหตุผล รู้จักการ ลงมือทำงาน และสามารถแก้ปัญหาได้ สำหรับการสร้างแบบเรียนนั้น ได้นำเอาทฤษฎีและการทดลอง มาผสมผสานไว้ด้วยกัน ซึ่งการทดลองจะทำหน้าที่ในการนำนักเรียนตามวิธีการเรียนการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ (สสวท. 2546 : 65-66) แต่จากรายงานการประเมินการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) (กรมวิชาการ. 2528 : 127-148 ; 2535 : 17-42 ; 2539 : 9-10) และ รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของกรมวิชาการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 54-55) พบตรงกันว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในระดับดีถึงพอใช้ ส่วนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับ พอใช้ถึงควรปรับปรุง นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 : 27) ยังระบุว่า ในทางปฏิบัติหลักสูตร ทุกระดับการศึกษา เน้นด้านเนื้อหาที่ขาดความเชื่อมโยงระหว่างกัน และขาดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการปลูกฝังทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ และจาก การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 พ.ศ. 2538 หรือ

TIMSS-1995 และการประเมินซ้ำสำหรับนักเรียนเกรด 8 (ตรงกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทย) ในปี พ.ศ. 2542 หรือ TIMSS-R หรือ TIMSS-1999 ปรากฏผลว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 70) มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับการจำข้อเท็จจริงเบื้องต้นตามที่ได้เรียนมา โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุดด้านเคมี และนักเรียนมีปัญหาในการสื่อสารความรู้ความคิดโดยใช้ภาษาเฉพาะทาง นอกจากนี้ TIMSS-1999 ได้ประเมินด้านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นมาจาก TIMSS-1995 ซึ่งปรากฏว่า นักเรียนไทยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ย ต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (Michael O. Martin; & et al. 2000 : 38-105) สำหรับบรรยากาศการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีนักเรียนเพียงส่วนน้อย ที่สามารถ สังเกต ตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา และตอบคำถามได้ดี ขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าถามหรือแสดงความคิดเห็น (สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2544 : 132)

เมื่อมีการปฏิรูปการศึกษา หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จึงได้กำหนดให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นการฝึกกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ไว้ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544ก : 3) โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดเป้าหมายไว้ว่า

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ กำหนดไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่า เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว นักเรียนควรสามารถใช้กระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และกำหนดให้สถานศึกษาต้องนำมาตรฐานดังกล่าวไปจัดการเรียนการสอนในทุกสาระ ทุกช่วงชั้น (สสวท. 2545: 36)

การกำหนดดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความคาดหวังของหลักสูตรว่า เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในกลุ่มวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะและกระบวนการเรียนรู้ สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง แต่จากการติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตร(นงลักษณ์ วิรัชชัย; สุวิมล ว่องวานิช; และ อวยพร เรืองตระกูล. 2547 : 295-303; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2546 : 14) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ทักษะการคิด ทักษะการค้นคว้า ของนักเรียนทั้งระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 60) และโรงเรียนมากกว่าร้อยละ 90 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ทักษะการคิด ทักษะการค้นคว้าของนักเรียนอยู่ในระดับต้องปรับปรุง นอกจากนี้รายงานผลการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของสถานศึกษา (พันธนิย์ วิหคโต. 2546 : 8) ยังระบุว่า สื่อการเรียนการสอน เอกสาร หนังสือเรียน หนังสือสำหรับค้นคว้า และสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับครูและนักเรียนมีน้อย ไม่เพียงพอเก่าและล้าสมัย ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่หลากหลาย บางสาระไม่สามารถหาสื่อได้ และไม่มีแหล่งศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากหนังสือเรียน สื่อการเรียนการสอน ผู้สอน และนักเรียน พบว่า เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเน้นหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของแต่ละสาระการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการชี้แนะให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในทางปฏิบัติยังมีการนำธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในกระบวนการเรียนการสอนน้อย จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ไม่ถูกต้อง หรือบางคนอาจไม่เกิดความเข้าใจ ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือไม่เพียงพอ นักเรียนก็จะขาดความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่จำเป็นในการ

ตัดสินใจของตนเองหรือสนับสนุนการตัดสินใจของสังคม เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต (Meichtry. 1992 : 389) ไม่สามารถนำเอาความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างมีความรับผิดชอบ (Rubba and Harkness. 1993 : 425) ขาดจิตที่คิดจะสืบค้น (inquiry mind) ขาดความสงสัย จะเชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่าย โดยปราศจากเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Klinckmann. 1970 :23) นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถาม วัดระดับความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางถึงมาก แต่จากผลการศึกษาของกรมวิชาการ และนักวิจัยทางการศึกษา ที่พบว่านักเรียนขาดทักษะการคิด และทักษะการค้นคว้า แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ในทางปฏิบัติได้ไม่ดีพอ

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ขึ้น เพื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักเรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเพียงพอ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ของหลักฐานอ้างอิงต่างๆ (Meichtry. 1993 : 431) มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถเชิงวัฒนธรรม และมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Bybee and others. 1991 : 146) โดยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีเนื้อหาสาระของหลักสูตรในตอนต้น เป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพกว้างๆ ของวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว จึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการคิดและการตัดสินใจ ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับตนเอง และการสนับสนุนหรือคัดค้านการตัดสินใจของสังคม เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน หรือที่เป็นประเด็นถกเถียงของสังคม รวมทั้งเรื่องราว ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนในสาระวิทยาศาสตร์อื่นๆ มาเป็นสื่อการเรียนรู้ แล้วศึกษาว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรนี้ มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยหลักสูตรนี้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งผลที่ได้จากวิจัย ในครั้งนี้

สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

- 2.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนกับหลังเรียน
- 2.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
- 2.3 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ผู้วิจัยสอนกับกลุ่มทดลองที่ครูประจำวิชาสอน

ความสำคัญของการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ครั้งนี้ ผลของการวิจัยจะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. ได้หลักสูตรรายวิชาซึ่งผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ สำหรับนำไปใช้เป็นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ที่มีชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 12 ห้องเรียน (นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่มีชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน ระยองวิทยาคม และเลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้น เป็นวิชาเพิ่มเติม แบ่งออกเป็น

1.1 กลุ่มทดลอง1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1.2 กลุ่มทดลอง2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2. กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน ระยองวิทยาคม แต่ไม่เลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ระดับชั้นละ 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 โดยพิจารณาจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้าน

- 2.1 ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์
- 2.4 จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระของการวิจัย

1. หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) สภาพปัญหาและความสำคัญของหลักสูตร 2) เป้าหมายของหลักสูตร 3) หลักการของหลักสูตร 4) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 5) มาตรฐานการเรียนรู้ 6) สาระการเรียนรู้ 7) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 8) หน่วยการเรียนรู้ 9) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 10) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นสาระการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 1) ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4) ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ 5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ กับเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการทดลองใช้หลักสูตร 1 ภาคเรียน (30 ชั่วโมง)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง กระบวนการสร้างชุดของประสบการณ์การเรียนรู้ขึ้นมา เพื่อนำไปใช้พัฒนากลุ่มเป้าหมาย ให้เกิดคุณลักษณะตามที่คาดหวัง โดยในการวิจัยครั้งนี้ มีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้ และการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

2. หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 หมายถึง ชุดของประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ คุณค่า และข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และมีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 หมายถึง กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่เลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

4. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม และเลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นวิชาเพิ่มเติม แบ่งออกเป็น

4.1 กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน หมายถึง นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

4.2 กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน หมายถึง นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

5. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม และไม่เลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6. ผลการเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อันเนื่องมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 วัดโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนของนักเรียน

7. ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงอธิบายความ แปลความ ตีความ ขยายความ ลงข้อสรุป เกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ คุณค่า และข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ประกอบด้วย 1) ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ 5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม วัดโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การกระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ อุปกรณ์ แหล่งความรู้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม ประกอบด้วย ความสามารถด้านการทดลอง และความสามารถด้านการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ วัดโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

9. การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามหลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

10. จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพูด การเขียน หรือการปฏิบัติ เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม ที่ใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา ประกอบด้วย

10.1 ความซื่อสัตย์ หมายถึง การไม่สร้างหรือบิดเบือนข้อมูล หรือผลการค้นคว้า ทดลอง และแสดงแต่ความจริงในทุกด้านของกระบวนการค้นคว้า ทดลอง

10.2 ความระมัดระวัง รอบคอบ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าข้อมูลทั้งในด้านบวกและด้านลบ ทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และวิธีการที่เหมาะสม มีการควบคุมตัวแปร และมีการทดลองซ้ำ นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า ทดลอง อย่างรอบคอบและให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

10.3 ความเปิดเผย หมายถึง การแบ่งปันข้อมูล ความคิด เทคนิค วิธีการ ผลการศึกษาค้นคว้า ยอมให้คนอื่นตรวจสอบ วิจัยงานของตน และเปิดรับข้อวิจารณ์และความคิดใหม่ๆ

10.4 การให้เกียรติ หมายถึง การระบุชื่อของเจ้าของผลงาน เจ้าของความคิด รวมทั้งแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่ามาใช้อ้างอิง

10.5 ความรับผิดชอบต่อสังคม หมายถึง การศึกษาค้นคว้า ทดลอง ในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ไม่แสวงหาความรู้โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสังคมหรือความวิตกกังวลของบุคคลอื่นต่อผลที่จะเกิดตามมาจากการศึกษาค้นคว้าของตน

วัดโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

11. ประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พิจารณาจาก

11.1 ค่าสถิติพื้นฐาน และผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

11.2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

11.3 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และ จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

11.4 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และ จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน ถ้า ผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.1 ความหมายของหลักสูตร
 - 1.2 การพัฒนาหลักสูตร
 - 1.3 การประเมินผลหลักสูตร
2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
4. แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 4.1 วิทยาศาสตร์
 - 4.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์
 - 5.1 การคิด
 - 5.2 การตัดสินใจ
6. แนวคิดเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
7. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 7.1 แบบการเรียน
 - 7.2 ทฤษฎีการเรียนรู้
 - 7.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรม
 - 7.4 รูปแบบการสอน
8. แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 8.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย
 - 8.2 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย
 - 8.3 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. แนวคิดเกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

1.1 ความหมายของหลักสูตร

หลักสูตร เป็นคำศัพท์ทางการศึกษาคำหนึ่งที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย และมีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันไป เช่น

ทาบ (Taba. 1962 : 10) ให้ความหมายว่า หลักสูตร คือ แผนสำหรับการเรียนรู้ และได้ขยายความว่า ไม่ว่าจะออกแบบให้เฉพาะเพียงใดก็ตาม หลักสูตรทุกประเภทจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่แน่นอน ตามปกติหลักสูตรจะบรรจุข้อความที่เป็นจุดมุ่งหมายและจุดมุ่งหมายเฉพาะ หลักสูตรชี้ให้เห็นถึงการเลือกและการจัดเนื้อหา ทั้งยังบ่งบอกหรือแสดงแนวทางที่แน่นอนของการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นเพราะมีจุดมุ่งหมายหรือการจัดเนื้อหาเป็นตัวกำหนดหรือไม่ก็ตาม ประการสุดท้าย หลักสูตรจะรวมแผนการประเมินผลเข้าไว้ด้วย

กู๊ด (Carter V. Good. 1973 : 157) ให้ความหมายว่า หลักสูตร คือ กลุ่มรายวิชาที่จัดไว้ อย่างมีระบบ หรือลำดับวิชาที่บังคับสำหรับการจบการศึกษา หรือเพื่อรับประกาศนียบัตรในสาขาวิชาหลัก เช่น หลักสูตรสังคมศึกษา หลักสูตรพลศึกษา

แทนเนอร์ และแทนเนอร์ (Tanner; & Tanner. 1980 : 43) ให้ความหมายว่า หลักสูตร เป็นการสร้างความรู้และประสบการณ์ใหม่ โดยพัฒนาอย่างเป็นระบบ ภายใต้การดูแลของ โรงเรียน (หรือมหาวิทยาลัย) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มความรู้และประสบการณ์ของเขา

โซเวลล์ (Sowell. 1996 : 5) ให้ความหมายว่า หลักสูตร คือ สิ่งที่สอนให้นักเรียน ซึ่งหมายความว่า ความรู้ ทักษะ และเจตคติต่างๆ ที่สื่อสารถึงนักเรียนในโรงเรียน ทั้งที่ตั้งใจไว้และไม่ได้ตั้งใจไว้

โอลิวา (Oliva) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร โดยเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น

หลักสูตรสำหรับโรงเรียนประถมและมัธยม ได้แก่ ประสบการณ์ทั้งหลายที่คนในวัยหนุ่มสาวต้องประสบ ภายใต้การอำนวยการของโรงเรียน (1972 : 81)

หลักสูตร คือ แผนหรือโปรแกรมสำหรับประสบการณ์ทั้งหลายที่ผู้เรียนจะต้องประสบ ภายใต้การอำนวยการของโรงเรียน (1982 : 10)

หลักสูตร คือ แผนหรือรายการสำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่โรงเรียนจัดให้แก่ผู้เรียน (1992 : 20)

นอกจากนี้โอลิวายังได้แปลความหมายของหลักสูตรที่นักการศึกษาและนักพัฒนาหลักสูตรให้ไว้ ดังนี้ (Oliva. 1992 : 5-6)

หลักสูตร คือ สิ่งที่สอนในโรงเรียน

หลักสูตร คือ กลุ่มของวิชา

หลักสูตร คือ เนื้อหาสาระ

หลักสูตร คือ โปรแกรมการศึกษา

หลักสูตร คือ ชุดของสื่อการเรียนการสอน

หลักสูตร คือ ลำดับของรายวิชาต่าง ๆ

หลักสูตร คือ จุดหมายของการปฏิบัติ

หลักสูตร คือ วิถีทางของการศึกษา

หลักสูตร คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน รวมทั้งกิจกรรมพิเศษของชั้น

การแนะแนว และความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

หลักสูตร คือ สิ่งที่สอนกันทั้งในและนอกโรงเรียนโดยการนำของโรงเรียน

หลักสูตร คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่วางแผนโดยบุคลากรของโรงเรียน

หลักสูตร คือ ชุดของประสบการณ์ที่นำไปปฏิบัติโดยผู้เรียนในโรงเรียน

หลักสูตร คือ สิ่งที่ผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์อันเป็นผลมาจากการเล่าเรียนในโรงเรียน

จากความหมายของหลักสูตรข้างต้นจะเห็นว่า หลักสูตรมีความหมายกว้าง ขึ้นอยู่กับความคิด ความเชื่อของบุคคลนั้นๆ ในการวิจัยครั้งนี้ หลักสูตร หมายถึง ชุดของประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ และค่านิยมอันพึงประสงค์ ตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาของชาติ

1.2 การพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่ หรือการทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น (Sowell. 1996 : 367 ; Taba. 1962 : 454 ; สจัด อุทรานันท์. 2532 : 30) ซึ่งโอลิวา (Oliva. 1992 : 26) กล่าวว่า การพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติตามแผน และการประเมินผล และ รักก์ (Saylor; & Alexander. 1974 : 8-9 ; citing Rugg.1972) ชี้ว่า ในการพัฒนาหลักสูตรมีภาระงานสำคัญ 3 ประการ คือ

1. การกำหนดเป้าหมายสำคัญของหลักสูตร ทั้งเป้าหมายโดยรวมและเป้าหมายย่อย

2. การเลือกกิจกรรมและวัสดุประกอบการเรียนการสอน เช่น การเลือกเนื้อหา การอ่าน การฝึกฝน การทำกิจกรรมสั้น ๆ หัวข้อสำหรับการอภิปราย การสร้างหนังสือคู่มือกิจกรรม การสร้างโปรแกรมสุขภาพและนันทนาการ

3. การค้นหากระบวนการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

ทาบา (Taba. 1962 : 11-12) กล่าวว่า การพัฒนาหลักสูตรนั้นเป็นงานที่ต้องการความคิด ที่เป็นระเบียบ มีลำดับขั้นตอน จึงจำเป็นจะต้องตรวจสอบทั้งลำดับขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ เพื่อให้แน่ใจ

ว่าในการตัดสินใจนั้นได้พิจารณาประเด็นปัญหาทั้งหมดอย่างรอบคอบแล้ว

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีทั้งส่วนที่คล้ายกันและแตกต่างกัน ในที่นี้ผู้วิจัยกล่าวถึงเฉพาะรูปแบบที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรสำหรับการวิจัยครั้งนี้ 3 รูปแบบ คือ รูปแบบของไทเลอร์ รูปแบบของทาบา และรูปแบบของโอลิวา ซึ่งแต่ละรูปแบบมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

ไทเลอร์ กล่าวถึงกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ในหนังสือชื่อ Basic Principles of Curriculum and Instruction (Tyler. 1949) โดยเริ่มด้วยคำถามพื้นฐาน 4 ข้อ ที่ผู้วางแผนหลักสูตรจะต้องตอบ คือ

1. มีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรจะค้นหาและทำให้บรรลุ
2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้างที่ควรจัด เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้
3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ
4. จะตรวจสอบอย่างไรว่าบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่

ไทเลอร์อธิบายว่า ในการค้นหาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของโรงเรียน ผู้วางแผนหลักสูตรควรรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ 3 แหล่ง แหล่งแรกคือ จากตัวผู้เรียน ควรศึกษาเกี่ยวกับความสนใจ ความต้องการ และปัญหาที่ต้องเผชิญ แหล่งที่สองคือ จากชีวิตความเป็นอยู่นอกโรงเรียน ในด้านสุขภาพอนามัย สภาพครอบครัว สภาพสังคม รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชน อาชีพ การนันทนาการ แหล่งที่สามคือ จากคำแนะนำเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชา หรือผลการวิจัยที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตร จากนั้นจึงนำจุดมุ่งหมายทั่วไปมากลั่นกรองขั้นแรกด้วยปรัชญาการศึกษาและปรัชญาสังคมของโรงเรียน เพื่อตัดทอนจุดมุ่งหมายที่ไม่สำคัญและไม่สอดคล้องกับปรัชญาของโรงเรียนออกไป ซึ่งจะทำให้จุดมุ่งหมายทางการศึกษาชัดเจนขึ้น แล้วกลั่นกรองขั้นที่สองด้วยจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้เหลือไว้เฉพาะจุดมุ่งหมายที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด ไทเลอร์ย้ำว่า การกำหนดจุดมุ่งหมายเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่สุดในการสร้างหลักสูตร เพราะจุดมุ่งหมายจะเป็นตัวกำหนดกิจกรรมอื่นๆ ทั้งหมดในกระบวนการสร้างหลักสูตร

เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาแล้ว ผู้วางแผนหลักสูตรจะต้องเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะจัดให้แก่ผู้เรียน ซึ่งประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดให้แก่ผู้เรียนควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกประสบการณ์สำคัญตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย

2. เป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนพึงพอใจที่จะปฏิบัติตามพฤติกรรม ที่ระบุไว้ใน
จุดมุ่งหมาย

3. เป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่อยู่ในขอบเขตที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้

4. เป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่สามารถทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายทาง
การศึกษาอย่างเดียวกันได้

5. เป็นประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเดียวกัน ที่สามารถทำให้เกิดผลการเรียนรู้
หลายๆ อย่างได้

สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ไทเลอร์กล่าวว่า จะต้องคำนึงถึง
ความสัมพันธ์ในแนวตั้ง (Vertical) ซึ่งหมายถึง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักของหลักสูตร
จากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับที่สูงขึ้น และความสัมพันธ์ในแนวนอน (Horizontal) ซึ่งหมายถึง
ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในระดับเดียวกัน โดยมีหลักในการจัด
3 ประการ คือ

1. ความต่อเนื่อง (Continuity) คือ เปิดโอกาสให้ฝึกประสบการณ์อย่างเดียวกันซ้ำๆ
และต่อเนื่องกัน จากระดับชั้นหนึ่งไปยังระดับชั้นที่สูงขึ้น

2. ลำดับก่อนหลัง (Sequence) คือ จัดประสบการณ์การเรียนรู้จากสิ่งที่ยาก ในระดับชั้น
ที่ต่ำกว่าไปสู่สิ่งที่ยาก หรือมีความลึกซึ้งขึ้นในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป หรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้
จากเหตุการณ์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนไปสู่เหตุการณ์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลัง

3. บูรณาการ (Integration) คือ จัดประสบการณ์การเรียนรู้จากเนื้อหาหนึ่งไปยัง
เนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในระดับชั้นเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาเหล่านั้น

ในการตรวจสอบว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่
ไทเลอร์ เสนอแนะให้ใช้กระบวนการ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและพฤติกรรมที่ต้องการตรวจสอบ

2. วิเคราะห์สถานการณ์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายนั้น

3. จัดหา ดัดแปลง หรือ สร้าง เครื่องมือที่จะใช้ตรวจสอบพฤติกรรมที่ต้องการ

4. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยพิจารณาจาก ความเป็นปรนัย (Objectivity)

ความเชื่อมั่น (Reliability) และความเที่ยงตรง (Validity) ในกรณีที่เครื่องมือมีความเป็นปรนัย ความ
เชื่อมั่น และความเที่ยงตรงต่ำ ก็จะต้องปรับปรุงให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้

ผลจากการประเมินนอกจากจะใช้ตรวจสอบสมมติฐานของการพัฒนาหลักสูตรแล้ว
ยังชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของหลักสูตร รวมถึงแนวทางในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ด้วย

จากการอธิบายกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ พอจะสรุปรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของไทเลอร์ได้ว่า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย
2. การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้
3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้
4. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

ทาบา (Taba. 1962 : 12-13) ได้เสนอลำดับขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตร 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Diagnosis of Needs)
- ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Formulation of Objectives)
- ขั้นที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ (Selection of Content)
- ขั้นที่ 4 การจัดเนื้อหาสาระ (Organization of Content)
- ขั้นที่ 5 การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ (Selection of Learning Experiences)
- ขั้นที่ 6 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ (Organization of Learning Experiences)
- ขั้นที่ 7 การกำหนดสิ่งที่จะประเมินและวิธีการประเมินผล (Determination of What to Evaluate and of the Ways and Means of Doing it)

ซึ่งทาบาแจกแจงว่า เนื่องจากนักเรียนมีภูมิหลังแตกต่างกัน การศึกษาภูมิหลังและการวิเคราะห์ความต้องการของนักเรียน จึงเป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาหลักสูตร ทาบาแนะนำให้ผู้วางแผนหลักสูตร วิเคราะห์ช่องว่าง จุดบกพร่อง และความหลากหลายในภูมิหลังของนักเรียน เพื่อใช้สำหรับการวางแผนหลักสูตรให้แก่เขา

หลังจากวิเคราะห์ความต้องการของนักเรียนแล้ว ผู้วางแผนหลักสูตรจะกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะบรรลุให้ชัดเจน แล้วจึงเลือกเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย โดยคำนึงถึง ความถูกต้องและความสำคัญของเนื้อหาสาระที่เลือก เมื่อเลือกเนื้อหาสาระได้แล้ว ผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องตัดสินใจว่าจะนำเนื้อหาสาระนั้น ๆ ไปไว้ในระดับไหน และจะจัดลำดับอย่างไร ทั้งยังต้องพิจารณาถึงความต่อเนื่อง ความยากง่ายของเนื้อหา และความสามารถของผู้เรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่จะทำให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ การเลือกและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ จึงเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการสร้างหลักสูตร ครูจะเป็นผู้เลือกวิธีการที่จะจัดและกำหนดทิศทางการเรียนรู้ และผสมผสานลำดับขั้นของการใช้กิจกรรม ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สอน

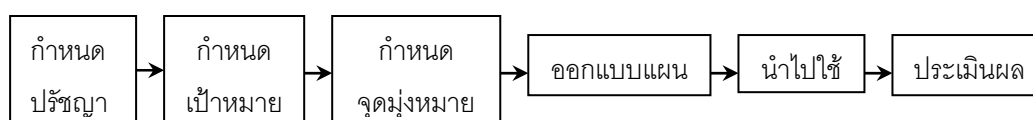
สุดท้าย จะต้องตัดสินใจว่าจะประเมินอะไร ด้วยวิธีการอย่างไร และใช้เครื่องมือใด เพื่อตรวจสอบว่าการจัดหลักสูตรบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา

โอลิวา (Oliva. 1992 : 70-71) ได้เสนอแนะว่า ก่อนที่จะเลือกรูปแบบ หรือออกแบบรูปแบบใหม่ นักพัฒนาหลักสูตรควรวางโครงร่างของบรรทัดฐานหรือลักษณะเฉพาะที่ต้องการสำหรับรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรควรแสดงให้เห็นถึงสิ่งต่อไปนี้

1. องค์ประกอบหลักของกระบวนการ ประกอบด้วย การวางแผน การนำไปใช้ และการประเมินผล
2. ธรรมเนียมปฏิบัติ คือ มีจุด"เริ่มต้น" และ"จุดจบ" แต่ไม่จำเป็นต้องตายตัว
3. ความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตรและการสอน
4. ความแตกต่างระหว่างเป้าหมายและจุดประสงค์ของหลักสูตรและของการสอน
5. บทบาทความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ
6. รูปแบบเชิงวงจร มากกว่า เชิงเส้นตรง
7. เส้นทางการตรวจสอบย้อนกลับ
8. ความเป็นไปได้ที่จะเข้าไปในวงจรทุกจุด
9. ความคงเส้นคงวาและสมเหตุสมผลภายใน
10. มีความเรียบง่ายพอที่จะเข้าใจและดำเนินการได้
11. แสดงส่วนประกอบในรูปของแผนภาพ หรือตาราง

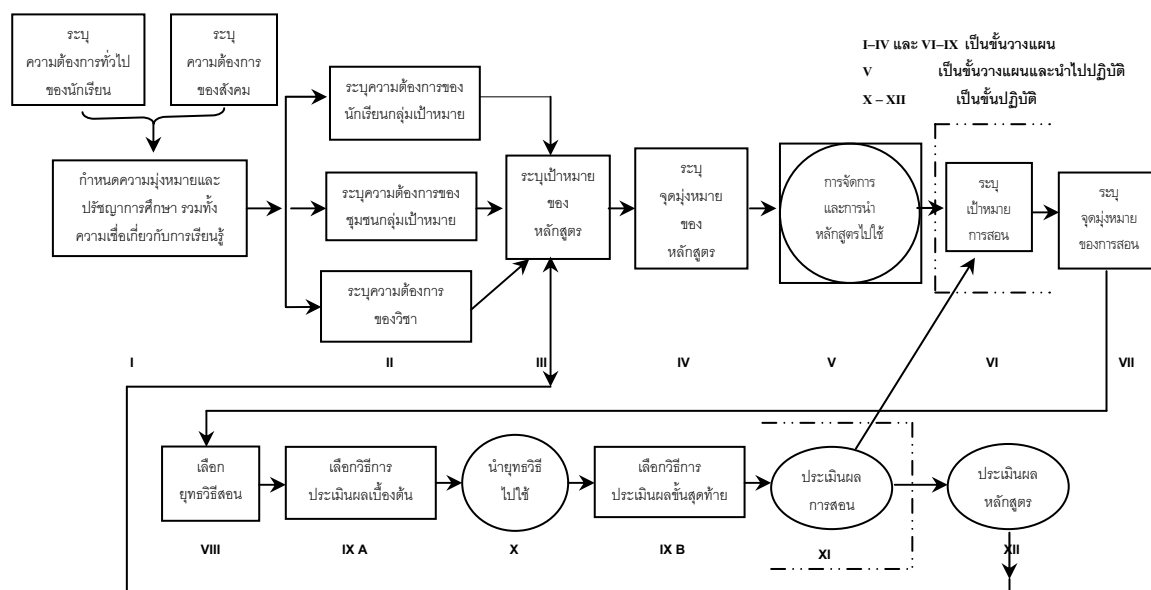
โอลิวาได้เสนอรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรโดยใช้เกณฑ์หลัก 3 เกณฑ์ คือ เรียบง่าย ครอบคลุมเนื้อหากว้าง และเป็นระบบ ดังภาพประกอบ 1 (Oliva. 1992 : 171 ; citing Oliva. 1976)



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา (Oliva. 1976)

ที่มา : Oliva. (1992). *Developing the Curriculum..* p.171.

และเขาได้ปรับขยายรูปแบบให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น ดังภาพประกอบ 2 (Oliva. 1992 : 172 ; citing Oliva. 1982)



ภาพประกอบ 2 แสดงรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา (Oliva, 1982)

ที่มา : Oliva, (1992). *Developing the Curriculum..* p.172.

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรที่ปรับขยายของโอลิวามี 12 องค์ประกอบ แสดงด้วยสี่เหลี่ยมและวงกลม สี่เหลี่ยมใช้แสดงชั้นการวางแผน วงกลมแสดงชั้นการปฏิบัติ โดยกระบวนการเริ่มจาก

องค์ประกอบที่ 1 ผู้พัฒนาหลักสูตรกำหนดความมุ่งหมายทางการศึกษา รวมทั้งหลักการเกี่ยวกับปรัชญา และจิตวิทยา โดยความมุ่งหมายนี้เป็นความเชื่อที่ได้มาจากความต้องการของสังคมและบุคคลที่อาศัยอยู่ในสังคมนั้น

องค์ประกอบที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่ ความต้องการของนักเรียนในชุมชนนั้น และความต้องการด้านเนื้อหาวิชาที่จะนำมาใช้สอนในโรงเรียนนั้น แหล่งข้อมูลของหลักสูตรจึงได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 และ 2 ขณะที่องค์ประกอบที่ 1 คำนึงถึง ความต้องการของนักเรียนและสังคมในลักษณะกว้าง ๆ องค์ประกอบที่ 2 เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ ความต้องการของนักเรียนเฉพาะกลุ่มในพื้นที่เฉพาะแห่ง เพราะความต้องการของนักเรียนในชุมชน เฉพาะแห่งไม่จำเป็นต้องเหมือนกับความต้องการของนักเรียนทั่ว ๆ ไปในสังคมโดยรวม

องค์ประกอบที่ 3 และ 4 เป็นการกำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของ หลักสูตรบนพื้นฐานของความมุ่งหมาย ความเชื่อ และความต้องการเฉพาะ ในองค์ประกอบ 1 และ 2

องค์ประกอบที่ 5 เป็นการจัดหลักสูตรและการนำหลักสูตรไปใช้

องค์ประกอบที่ 6 และ 7 เป็นการกำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของการสอนในแต่ละระดับชั้น และแต่ละวิชา

หลังจากกำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะของการสอนแล้วเจ้าหน้าที่หลักสูตรจะดำเนินงานต่อไปในองค์ประกอบที่ 8 ซึ่งเป็นการเลือกวิธีการสำหรับใช้กับนักเรียนในห้องเรียน ในขณะเดียวกันเจ้าหน้าที่หลักสูตรจะเริ่มงานในองค์ประกอบที่ 9A ซึ่งเป็นการคิดล่วงหน้าถึงวิธีการที่จะประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน แล้วตามด้วยการนำยุทธวิธีการสอนไปใช้ ในองค์ประกอบที่ 10

หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในขั้นการสอน (องค์ประกอบที่ 10) เจ้าหน้าที่หลักสูตรจะพิจารณาแก้ไข เพิ่มเติม และเลือกวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้แล้วเสร็จในองค์ประกอบที่ 9B

องค์ประกอบที่ 11 เป็นขั้นที่มีการประเมินผลการสอน

องค์ประกอบที่ 12 เป็นการสิ้นสุดวงจรด้วยการประเมินผลหลักสูตร

จากรูปแบบจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบที่ 1-4 และ 6-9 เป็นขั้นการวางแผน องค์ประกอบที่ 10-12 เป็นขั้นการปฏิบัติ ส่วนองค์ประกอบที่ 5 เป็นทั้งขั้นการวางแผนและขั้นการปฏิบัติ โดยมีวงจรย่อยของรูปแบบอยู่ 2 วงจร คือ วงจรขององค์ประกอบด้านหลักสูตร (องค์ประกอบที่ 1-5 และ 12) และวงจรขององค์ประกอบด้านการสอน (องค์ประกอบ 6-11) ซึ่งวงจรของการสอนจะถูกปิดกั้นอาณาเขตไว้ด้วยเส้นประ

องค์ประกอบสำคัญของของรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา คือ เส้นตรวจสอบย้อนกลับ (feedback line) จากการประเมินผลหลักสูตรไปยังเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงอย่างต่อเนื่องขององค์ประกอบในแต่ละวงจรย่อย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร สรุปได้ว่า การพัฒนาหลักสูตรควรเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ไม่หยุดนิ่ง มีความยืดหยุ่น และมีการปรับปรุงอยู่เสมอ โดยข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร ควรได้มาจากหลายๆ แหล่ง เช่น จากสังคม โรงเรียน นักเรียน หลักสูตรแกนกลาง ธรรมชาติของศาสตร์แขนงนั้นๆ ทฤษฎีการเรียนรู้ ฯลฯ และในการพัฒนาหลักสูตร ควรให้ความสำคัญต่อการกำหนดจุดมุ่งหมาย การเลือกและการจัดเนื้อหาสาระ การเลือกวิธีการและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียน และการวัดและประเมินผล เท่า ๆ กัน เพราะทุกส่วนต่างส่งผลต่อความสำเร็จของหลักสูตร นอกจากนี้ การพัฒนาหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพ จะต้องมีการประเมินควบคู่กันไปด้วย ในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา

1.3 การประเมินผลหลักสูตร

การประเมินผลหลักสูตรเป็นการพิจารณาทบทวนเกี่ยวกับคุณภาพของหลักสูตร โดยใช้ผลจากการวัดในแง่มุมต่าง ๆ มาพิจารณาร่วมกัน เช่น เอกสารหลักสูตร วัสดุหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ความคิดเห็นของผู้ใช้หลักสูตร และความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้ทราบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีจุดดีหรือจุดเสียตรงไหนบ้าง เมื่อนำแนวทางการจัดการศึกษาที่ระบุไว้ในหลักสูตรไปปฏิบัติแล้ว บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่

เพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคอะไรบ้าง และผลจากการประเมินจะใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไข ปรับปรุง พัฒนา หรือเปลี่ยนแปลงหลักสูตรต่อไป

การประเมินหลักสูตรควรดำเนินการเป็นระยะ ๆ ทั้งนี้เนื่องจากข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดของหลักสูตร อาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่ต่างกัน และเกิดขึ้นในระยะเวลาต่างกัน เช่น อาจมีสาเหตุมาจากตอนจัดทำ หรือยกร่างหลักสูตร ทำให้ตัวหลักสูตรมีคุณภาพไม่ดี หรือไม่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของผู้เรียนและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจมีสาเหตุมาจากตอนนำหลักสูตรไปใช้ เป็นต้น การประเมินหลักสูตรที่ดีจึงต้องตรวจสอบเป็นระยะเพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 251 ; ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 193) โดยทั่วไปการประเมินหลักสูตรจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การประเมินหลักสูตรก่อนนำหลักสูตรไปใช้ (Project analysis) สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ประเมินหลักสูตรเมื่อสร้างหลักสูตรฉบับร่างเสร็จแล้ว ก่อนนำหลักสูตรไปใช้จริง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรฉบับร่าง และองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร การประเมินหลักสูตรในระยะนี้ต้องอาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านพัฒนาหลักสูตร ด้านเนื้อหาวิชา ด้านวิชาชีพครู ด้านการวัดผล หรือจะให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์พิจารณาก็ได้

2. ประเมินหลักสูตรในขั้นทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ขาดตกบกพร่องหรือเป็นปัญหาให้มีความสมบูรณ์ เพื่อประสิทธิภาพในการนำไปใช้ต่อไป

ระยะที่ 2 การประเมินหลักสูตรระหว่างการดำเนินการใช้หลักสูตร (Formative evaluation) ในระหว่างที่มีการดำเนินการใช้หลักสูตรที่จัดทำขึ้น ควรมีการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีเพียงใด หรือบกพร่องในจุดไหน จะได้แก้ไขให้เหมาะสม

ระยะที่ 3 การประเมินหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร (Summative evaluation) หลังจากที่มีการใช้หลักสูตรมาแล้วระยะหนึ่ง หรือครบกระบวนการเรียบร้อยแล้ว ควรจะประเมินหลักสูตร ทั้งระบบ ซึ่งได้แก่การประเมินองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของหลักสูตรทั้งหมด คือ เอกสาร หลักสูตร วัสดุหลักสูตร บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตร การบริหารหลักสูตร การนิเทศ กำกับ ติดตาม การจัดการกระบวนการเรียนการสอน ฯลฯ เพื่อสรุปผลตัดสินว่าหลักสูตรที่จัดทำขึ้นนั้นควรดำเนินการใช้ต่อไป หรือควรปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น หรือควรยกเลิก (สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 252)

สิ่งที่ต้องประเมินในการประเมินหลักสูตร สามารถแบ่งได้ดังนี้ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 195-197)

1. การประเมินเอกสารหลักสูตร เป็นการตรวจสอบคุณภาพขององค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรว่า จุดหมาย จุดประสงค์ โครงสร้าง เนื้อหาสาระ และวิธีการวัดและประเมินผล มีความ

สอดคล้อง เหมาะสม ครอบคลุม และถูกต้องตามหลักการพัฒนาหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารให้เข้าใจและมีความชัดเจนในการนำไปสู่การปฏิบัติหรือไม่ หลักสูตรที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ และสามารถสนองความต้องการของสังคมและผู้เรียนมากน้อยเพียงใด การประเมินเอกสารหลักสูตรมักใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และใช้วิธีให้ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องดำเนินการประเมิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีอื่น ๆ เช่น การสัมภาษณ์ การตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดรายการและระดับที่ต้องการประเมิน เป็นต้น

2. การประเมินการใช้หลักสูตร เป็นการตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริงเพียงใด การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรอย่างไร มีปัญหาอุปสรรคอย่างไรในการใช้หลักสูตร เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น และสามารถให้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพ วิธีการประเมินอาจใช้วิธีการสังเกต สัมภาษณ์ และส่งแบบสอบถามให้ผู้เกี่ยวข้องคือครูผู้สอน ผู้บริหาร ผู้เรียน ผู้ปกครอง เป็นต้นการประเมินอาจประเมินการใช้หลักสูตรทั้งหมด หรือประเมินเพียงบางส่วนก็ได้ เช่น ประเมินเฉพาะประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ หรือบรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นต้น

3. การประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เป็นการตรวจสอบสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยสัมฤทธิ์ผลทางวิชาการ (Academic achievement) ได้แก่ ความรู้ความสามารถในวิชาการต่างๆ ที่เรียน และสัมฤทธิ์ผลที่ไม่ใช่ทางวิชาการ (Non-academic achievement) ได้แก่ บุคลิกภาพ ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความซื่อสัตย์ เป็นต้น การประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตรนั้น นอกจากจะประเมินผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่แล้ว ยังควรติดตามผลความก้าวหน้าของผู้สำเร็จการศึกษา ว่าสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาแล้วเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานและประสบความสำเร็จในการทำงานหรือศึกษาต่อหรือไม่ เพียงใด มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแก้ปัญหาและปรับตัวให้อยู่ในสังคมได้ดีหรือไม่ โดยติดตามสอบถามจากผู้เรียน ผู้สำเร็จการศึกษา นายจ้างหรือเจ้าของสถานประกอบการ ซึ่งวิธีเก็บข้อมูลได้แก่ การศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์ การส่งแบบสอบถาม เป็นต้น

4. การประเมินระบบหลักสูตร ในการประเมินหลักสูตรหากประเมินแต่ละส่วน อาจทำให้มองเห็นภาพรวมไม่ชัดเจน ไม่ถูกต้อง จึงควรมีการประเมินหลักสูตรทั้งระบบพร้อมกันไป เพราะการประเมินเอกสารหลักสูตร การประเมินการใช้หลักสูตร และการประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เป็นสิ่งที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน

รูปแบบของการประเมินหลักสูตร

สำหรับรูปแบบของการประเมินหลักสูตรนั้น มีผู้เสนอไว้หลายรูปแบบ ซึ่งสุนีย์ ภูพันธ์ (2537 : 259-260) และจิตทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539 : 207-028) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ คือ

1. รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่สร้างเสร็จใหม่ ๆ เป็นการประเมินผลก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ ได้แก่

รูปแบบการประเมินหลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบปุยแซงค์
(Puissance analysis technique) ซึ่งมีแนวคิดและรูปแบบ โดยสรุป ดังนี้

วอลเบสเซอร์ (Henry Walbesser) ได้นำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของกานเย ซึ่งได้แก่รูปแบบการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็นได้ มาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ปุยแซงค์ และนำแนวคิดของไทเลอร์เกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างหลักสูตร ซึ่งมีทั้งหมด 3 ส่วน ที่สัมพันธ์กัน คือ จุดประสงค์ ประสพการณ์การเรียนรู้หรือกิจกรรม การเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ หรือที่เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ห่วงวงกลมของไทเลอร์ (Tyler Loop) มาวิเคราะห์โดยใช้ตารางวิเคราะห์ปุยแซงค์

วอลเบสเซอร์ได้นำรูปแบบการเรียนรู้ ของกานเย มาดัดแปลงใช้ 6 ประเภท โดยให้ค่าน้ำหนักสำหรับการพิจารณาประเมินหลักสูตรตามความยากง่าย ดังนี้

1. ความรู้แบบลูกโซ่ เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องและระดับความยากสูงขึ้นตามลำดับ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 1

2. ความรู้แบบเชื่อมโยงโดยใช้คำพูด เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันมาอธิบายความเชื่อมโยงให้เห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของความรู้ในแต่ละขั้นตอนด้วยคำพูดได้ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 2

3. ความรู้แบบผสมผสาน เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานความรู้ต่างๆ ที่เคยเรียนมา มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 3

4. ความรู้แบบแนวคิด เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แบบผสมผสานมาทำให้เกิดแนวคิดหรือสามารถชี้ประเด็น หรือระบุสาระสำคัญของเรื่องที่เรียนได้ถูกต้อง มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 4

5. ความรู้แบบหลักการ เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดหลายๆ แนวเข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดเป็นหลักการใหม่ ๆ ได้ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 5

6. ความรู้แบบแก้ปัญหา เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ต่างๆ มาแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6

สำหรับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็นได้นั้น กานเย กำหนดไว้ 9 ชนิด เรียงลำดับจากพฤติกรรมจากง่ายไปยาก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ง่ายที่สุด ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 1 ดังนี้

1.1 การบอกชื่อ หรือชื่อ (Name) เพื่อแสดงถึงความสามารถที่จำสิ่งที่เรียนได้ เช่น การเรียกชื่อสิ่งของได้ ครูชี้ แล้วเด็กบอกชื่อได้

1.2 การเลือกหรือบอกลักษณะ (Identify) สามารถบอกลักษณะของสิ่งของได้

1.3 การบอกกฎเกณฑ์ (State a rule) บอกกฎเกณฑ์ที่ท่องไว้ได้ โดยมากเป็นความรู้ขั้นบอกชื่อเท็จจริง มโนคติ หลักการ

ระดับที่ 2 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากกว่าพฤติกรรมในระดับที่ 1 ประกอบด้วยพฤติกรรม 2 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 2 ดังนี้

2.1 การจัดลำดับ (Order) เรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.2 การสาธิต (Demonstration) แสดงวิธีการปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน

ระดับที่ 3 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากกว่าทุกระดับ ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 3 ดังนี้

3.1 การสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา (Construction) สามารถสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ เช่น การสร้างรูปแบบ การกำหนดวัตถุประสงค์

3.2 การอธิบายหรือบรรยาย (Describe) สามารถอธิบายหรือบรรยายสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ถูกต้องตามกำหนด เช่น บรรยายการปฐมพยาบาลเมื่อถูกสารเคมี

3.3 การจำแนกหรือแยกแยะ (Distinguish) สามารถจำแนกแยกแยะประเภทของสิ่งของ หรือเหตุการณ์ได้ เช่น จันทรูปราคา สุริยุปราคา

3.4 การประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ (Apply a rule) การเรียนรู้กฎเกณฑ์แล้วนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามหลักการเรียนรู้ของกานเย่ ความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากหรืออยู่ในอันดับที่สูงจะเป็นความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มาก ดังนั้นหลักสูตรใดที่มุ่งสอนให้ผู้เรียนมีความรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูง ๆ ได้ หลักสูตรนั้นนับว่าเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพดี

ตารางวิเคราะห์บุบยแซงค์ มีลักษณะ ดังนี้

ตาราง 1 ตารางวิเคราะห์ปฏิกิริยา

พฤติกรรมการเรียนรู้	รูปแบบของความรู้					
	ลูกโซ่ (1)	เชื่อมโยง (2)	ผสมผสาน (3)	แนวคิด (4)	หลักการ (5)	แก้ปัญหา (6)
บอกชื่อ/ชื่อ (1)						
เลือก/บอกลักษณะ (1)						
บอกกฎเกณฑ์ (1)						
จัดลำดับ (2)						
สาธิต (2)						
สร้าง (3)						
อธิบาย/บรรยาย (3)						
จำแนก/แยกแยะ (3)						
ประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ (3)						

ขั้นตอนการประเมิน

ขั้นที่ 1 นำองค์ประกอบของหลักสูตร ได้แก่ จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากหลักสูตร มาวิเคราะห์ว่าแต่ละข้อของแต่ละองค์ประกอบเป็นความรู้ในลักษณะหรือแบบใด และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นั่นอยู่ในลำดับหรือขั้นตอนไหน

ขั้นที่ 2 นำจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ที่วิเคราะห์แล้วไปใส่ในตารางวิเคราะห์แบบปฏิกิริยา

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าน้ำหนักคะแนนในแต่ละช่องของตารางวิเคราะห์ ใช้สูตร
น้ำหนักของแต่ละช่อง = น้ำหนักของรูปแบบความรู้ X น้ำหนักของพฤติกรรมการเรียนรู้ X จำนวนข้อในช่องนั้น

ขั้นที่ 4 ใช้สูตรของปฏิกิริยาคำนวณหาคุณภาพของหลักสูตร จากสูตร

$$P.M. = \frac{\text{ผลบวกของน้ำหนักของทุกช่องในตารางปฏิกิริยา}}{\text{จำนวนข้อที่นำมาวิเคราะห์}}$$

(P.M. แทน คุณภาพของหลักสูตร ย่อมาจาก The Puisseance Measure)

ขั้นที่ 5 นำผลที่คำนวณได้มาแปลผลโดยมีเกณฑ์ที่ใช้การแปลผล ดังนี้

ค่า P.M. ตั้งแต่ 1-3.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพต่ำหรือควรแก้ไข

ค่า P.M. ตั้งแต่ 4-9.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพปานกลางหรือใช้ได้

ค่า P.M. ตั้งแต่ 10-18 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพสูงหรือดีมาก

ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539 : 221-222) แสดงความคิดเห็นว่า ข้อดีของการประเมินผลหลักสูตรวิธีนี้ คือ

1. สามารถประเมินหลักสูตรเพื่อทราบคุณภาพของหลักสูตรโดยรวม คือ ประเมินจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันได้
2. สามารถแยกประเมินองค์ประกอบแต่ละส่วน เพื่อดูว่าองค์ประกอบใดมีคุณภาพอย่างไรได้ เพื่อจะได้ปรับปรุงในเรื่องนั้น ๆ ให้ดีขึ้น
3. เป็นวิธีที่ใช้สูตรไม่ซับซ้อน จึงง่ายต่อการคำนวณ

สำหรับข้อด้อยของวิธีนี้ คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนของหลักสูตร ว่าจะมีรูปแบบความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ใดบ้างในตารางวิเคราะห์แบบบัพยงศ์ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากหลักสูตรเขียนไว้ไม่ละเอียดและชัดเจน
2. ผู้ประเมินอาจมองข้ามหน่วยย่อย ๆ ที่สำคัญในแต่ละองค์ประกอบทำให้ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ในตาราง

2. รูปแบบการประเมินหลักสูตรในระหว่างหรือหลังการใช้หลักสูตร สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดจุดมุ่งหมายเป็นหลัก (Goal attainment model) เป็นรูปแบบการประเมินที่จะประเมินว่าหลักสูตรมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเป็นหลัก กล่าวคือ พิจารณาว่าผลที่ได้รับเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ (Ralph W. Tyler) และรูปแบบการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์ (Robert L. Hammond)

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler. 1949 : 104-125)

ตามแนวคิดของไทเลอร์ การศึกษา คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ดังนั้น การประเมินหลักสูตรจึงเป็นการตรวจสอบว่า พฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ โดยการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการศึกษา 3 ส่วน คือ จุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน

ไทเลอร์เชื่อว่าจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างชัดเจน รัดกุม และจำเพาะเจาะจง จะเป็นแนวทางในการประเมินผลในภายหลัง ดังนั้น พื้นฐานของการจัดหลักสูตร คือ ผู้จัดทำหลักสูตรจะต้องสามารถวางจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนหรือมีพฤติกรรมเมื่อเรียนจบหลักสูตรแล้วอย่างไร และพยายามจัดประสบการณ์การสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามที่ต้องการ บทบาทของการประเมินหลักสูตรจึงอยู่ที่การตรวจสอบว่าหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนทำให้

นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด ดังนั้นการประเมินหลักสูตรจึงเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนและการประเมินคุณค่าของหลักสูตรด้วย

ขั้นตอนของการเรียนการสอนและการประเมินผล สรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษา โดยเขียนจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน และบ่งบอกถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้บรรลุ

2. กำหนดเนื้อหาหรือประสบการณ์ทางการศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และเลือกวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา

3. จัดหา จัดแปลง หรือสร้างเครื่องมือประเมิน แล้วพัฒนาให้มีคุณภาพ คือ มีความเป็นปรนัย มีความเชื่อมั่น และมีความเที่ยงตรง สามารถนำไปใช้วัดได้ตามจุดประสงค์

4. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตร

ผลจากการประเมินหลักสูตรสามารถนำไปใช้เพื่อ

1. ตัดสินว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นประสบผลสำเร็จหรือไม่ ส่วนที่ประสบผลสำเร็จเก็บไว้ใช้ต่อไป ส่วนที่ไม่ประสบผลสำเร็จต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. ประเมินค่าความก้าวหน้าทางการศึกษาของกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ เพื่อให้สาธารณชนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเข้าใจปัญหาความต้องการของการศึกษา และเพื่อใช้ข้อมูลนั้นเป็นแนวทางในการปรับปรุงนโยบายทางการศึกษาที่คนส่วนใหญ่เห็นด้วย

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของแสมมอนต์ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 227-231; สุณีย์ ภูพันธ์. 2537 : 272-273 ;และ โชติ เพชรชื่น. 2529 : 90-104)

แสมมอนต์มีแนวคิดในการประเมินหลักสูตรโดยมีส่วนที่ยึดจุดประสงค์เป็นหลัก คล้ายส่วนของไทเลอร์ แต่เขาได้เสนอแนวคิดต่างไปจากไทเลอร์โดยกล่าวว่า การประเมินผลควรจะประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ในรูปของปฏิสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมทางการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ ใหญ่ ๆ แต่ละมิติจะประกอบด้วยตัวแปรที่สำคัญ ๆ อีกหลายตัวแปร ความสำเร็จของหลักสูตรขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในมิติต่าง ๆ เหล่านั้น มิติทั้ง 3 ได้แก่

1. มิติด้านการสอน ประกอบด้วยตัวแปรสำคัญ 5 ตัวแปร คือ

1.1 การจัดชั้นเรียนและตารางสอน เป็นเรื่องของการจัดครูและนักเรียนให้พบกัน และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งการจัดส่วนนี้ต้องคำนึงถึงเวลาและสถานที่ คือการกำหนดช่วงเวลาต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนและลักษณะวิชาว่าควรจัดวิชาใดก่อนหลังในตารางสอน นอกจากนี้การแบ่งกลุ่มนักเรียนและลักษณะการเลื่อนชั้นสูงขึ้น อาจจัดเป็นระดับชั้นเรียงลำดับตามความยากง่าย หรือไม่แบ่งชั้น หรือผสมผสานทั้ง 2 แบบ

1.2 เนื้อหาวิชา ต้องจัดให้เหมาะสมกับระดับวุฒิภาวะของผู้เรียนและชั้นเรียนแต่ละระดับ

1.3 วิธีการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการ คือ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที การให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ และการแบ่งและจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ที่ละน้อย

1.4 สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้แก่ สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษ ห้องปฏิบัติการ วัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ รวมถึงสิ่งที่มีผลต่อการใช้หลักสูตรและการสอนด้านอื่น ๆ

2. มิติด้านสถาบัน ประกอบด้วยตัวแปรที่ควรคำนึงถึง 5 ตัวแปร คือ

2.1 นักเรียน มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ ระดับชั้นที่กำลังศึกษา ความสนใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สุขภาพกายและสุขภาพจิต ภูมิหลังทางครอบครัว

2.2 ครู มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ วุฒิสถิตทางการศึกษา ประสบการณ์การสอน เงินเดือน กิจกรรมที่ทำเวลาว่าง การฝึกอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร ในช่วงเวลา 1-3 ปี ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานด้านวิชาการ

2.3 ผู้บริหาร มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ วุฒิสถิตทางการศึกษา ประสบการณ์ทางการบริหาร เงินเดือน กิจกรรมที่ทำเวลาว่าง การฝึกอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรในช่วงเวลา 1-3 ปี ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานด้านวิชาการ

2.4 ผู้เชี่ยวชาญ มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ลักษณะของการให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ ลักษณะทางบุคลิกภาพ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน

2.5 ครอบครัว มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ สถานภาพสมรส ขนาดของครอบครัว รายได้ สถานที่อยู่ การศึกษา การเป็นสมาชิกของสมาคม การโยกย้าย จำนวนลูกที่อยู่ในโรงเรียนนี้ จำนวนญาติที่อยู่ร่วมโรงเรียน

2.6 ชุมชน มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ สถานภาพชุมชน จำนวนประชากร การกระจายของอายุของประชากร ความเชื่อ(ค่านิยม ประเพณี ศาสนา) ลักษณะทางเศรษฐกิจ สภาพการให้บริการด้านสุขภาพอนามัย การรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

3. มิติด้านพฤติกรรม มีองค์ประกอบของพฤติกรรม 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านความรู้ พฤติกรรมด้านทักษะ และพฤติกรรมด้านเจตคติ

แนวคิดการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์ เริ่มด้วยการประเมินหลักสูตรที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ แล้วจึงเริ่มกำหนดทิศทางและกระบวนการของการเปลี่ยนหลักสูตร ขั้นตอนการประเมินหลักสูตร มีดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการประเมิน ควรเริ่มต้นที่วิชาใดวิชาหนึ่ง และจำกัดระดับชั้นเรียน
2. กำหนดตัวแปรในมิติการสอนและมิติสถาบันให้ชัดเจน
3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงว่าประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนด เงื่อนไขของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น และเกณฑ์ของพฤติกรรมที่บอกให้รู้่านักเรียนประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์มากน้อยเท่าใด
4. ประเมินพฤติกรรมที่ระบุไว้ในจุดประสงค์ ผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นตัวกำหนด พิจารณาลักษณะที่ดำเนินการใช้อยู่เพื่อตัดสิน รวมทั้งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตร
5. วิเคราะห์ผลภายในองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมแท้จริงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นผลสะท้อนกลับไปสู่พฤติกรรม ที่ตั้งจุดประสงค์ไว้ และเป็นการตัดสินว่าหลักสูตรนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด
6. พิจารณาส่งที่ควรเปลี่ยนแปลงปรับปรุง

แนวคิดในการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ตัวแปรของมิติด้านการสอนและมิติด้านสถาบันซึ่งอาจมีผลต่อความสำเร็จของหลักสูตรนั้น

2.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ไม่ยึดเป้าหมาย (Goal free evaluation model) เป็นรูปแบบการประเมินที่ไม่นำความคิดของผู้ประเมินมาเป็นตัวกำหนดความคิดในโครงการประเมิน ผู้ประเมินจะประเมินเหตุการณ์ที่เกิดตามสภาพความเป็นจริง โดยมีความเป็นอิสระในการประเมิน และต้องไม่มีความลำเอียง เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสคริเวน (Michael Scriven)

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสคริเวน (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 231-232 ; สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 259-260 ; โชติ เพชรชื่น. 2529 : 31-46)

สคริเวนไม่เห็นด้วยกับการประเมินที่คำนึงถึงแต่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ก่อน เพราะจะก่อให้เกิดความลำเอียงในการประเมินว่าจะต้องตรวจสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ให้ได้เท่านั้น ซึ่งจะทำให้ประเมินในสิ่งที่เกิดขึ้นจริงไม่ได้ครบ สคริเวนเสนอว่า ในการประเมินนั้นผู้ประเมินควรประเมินผลสิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ และจะสังเกตพฤติกรรมและสภาพการณ์ รวมทั้งผลต่างๆ ที่ได้รับ ผู้ประเมินจะมีความเป็นอิสระในการเก็บข้อมูลทุกชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่สังเกตได้ และข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มักเป็นข้อมูลในลักษณะเชิงคุณภาพ ซึ่งอาจได้ข้อค้นพบต่างๆ มากมายนอกเหนือจากการได้ข้อค้นพบเพียงว่าหลักสูตรได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่อย่างไร เช่นอาจได้คำตอบว่าหลักสูตรที่ประเมินนั้นคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ ฯลฯ

จุดเด่นของรูปแบบการประเมินโดยไม่ยึดเป้าหมายของสคริเวน คือ เป็นการประเมินผล ที่เกิดขึ้นจากหลักสูตร ทั้งที่คาดหวังไว้และไม่คาดหวังไว้ เป็นการขยายแนวคิดของไทเลอร์ แต่สคริเวน ก็ได้เสนอแนะอะไรเกี่ยวกับวิธีประเมินองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรว่าเป็นอย่างไร

จึงเป็นแต่เพียงการเสนอรูปแบบรวม ๆ ของการประเมินผลตามทัศนะของเขาเท่านั้น

2.3 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดเกณฑ์เป็นหลัก (Criterion model) เป็นรูปแบบการประเมินที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินคุณค่าของหลักสูตร โดยใช้เกณฑ์เป็นหลัก เช่น

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค (Robert E. Stake) (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 232-236 ; สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 260-264 ; โชติ เพชรชื่น. 2529 : 47-58)

สเตคได้ให้ความหมายของการประเมินหลักสูตรว่า เป็นการบรรยายและการตัดสินคุณค่าของหลักสูตร ซึ่งเน้นเรื่องการบรรยายสิ่งที่จะถูกประเมินโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในการตัดสินคุณค่า สเตคมีแนวคิดว่าการประเมินหลักสูตรไม่ควรพิจารณาเฉพาะผลที่เกิดจากการใช้หลักสูตรเท่านั้น แต่จะต้องพิจารณาส่วนประกอบของการจัดการเรียนการสอนหลายๆ ส่วน ทั้งนี้เพราะผลสำเร็จของหลักสูตร ไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะสามารถบรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง เช่น ผู้เรียนไม่สามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่วางไว้ อาจมาจากองค์ประกอบด้านเวลา กล่าวคือให้เวลาแก่ผู้เรียนไม่เพียงพอ หรือเวลาที่จัดไม่เหมาะสม ทั้งๆ ที่หลักสูตรนั้นอาจดีอยู่แล้วก็ได้ ดังนั้น ถ้าจะพิจารณาแต่ผลลัพธ์ของการใช้หลักสูตรอย่างเดียว จะไม่ได้รับข้อมูลเพียงพอในการที่จะตัดสินว่าหลักสูตรนั้นดีหรือไม่ดี และจะมองไม่เห็นช่องทางที่ชัดเจนและครอบคลุมในการปรับปรุงหลักสูตรต่อไป

สเตคมีความเห็นว่าข้อมูลที่จะพิจารณาในการประเมินหลักสูตรมี 3 ด้านคือ

1. ด้านสิ่งที่มาก่อน (Antecedends) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เอื้อให้เกิดผลจากหลักสูตรและเป็นสิ่งที่มีอยู่ก่อนการใช้หลักสูตรอยู่แล้ว ประกอบด้วย 7 หัวข้อคือ บุคลิกและนิสัยของนักเรียน บุคลิกและนิสัยของครู เนื้อหาในหลักสูตร วัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอน อาคารสถานที่ การจัดโรงเรียน ลักษณะของชุมชน

2. ด้านกระบวนการเรียนการสอน (Transactions) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน ครูกับผู้ปกครอง ฯลฯ เป็นขั้นของการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย 5 หัวข้อคือ การสื่อสาร การจัดแบ่งเวลา การลำดับเหตุการณ์ การให้กำลังใจ บรรยากาศของสิ่งแวดล้อม

3. ด้านผลผลิต (Outcomes) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย 5 หัวข้อ คือ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ทักษะของนักเรียน ผลที่เกิดขึ้นกับครู ผลที่เกิดขึ้นกับสถาบัน

ก่อนที่ผู้ประเมินจะประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของทั้ง 3 ด้าน ผู้ประเมินต้องตั้งผลที่คาดหวังเอาไว้ก่อน แล้วสังเกตหรือทดสอบผลที่เกิดขึ้นจริง จากนั้นจึงใช้มาตรฐาน ซึ่งได้แก่เกณฑ์ต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญเชื่อว่าควรจะใช้เป็นทางนำไปสู่การตัดสิน

2.4 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ช่วยในการตัดสินใจ (Decision-making model) เป็นรูปแบบการประเมินที่เน้นการทำงานอย่างมีระบบ เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของโพรวัส (Malcolm Provus) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม (Daniel L. Stufflebeam) และรูปแบบการประเมินหลักสูตรของโกว์ (Doris T. Gow)

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของโพรวัส (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 237-238 ; สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 274-275 ; โชติ เพชรชื่น. 2529 : 105-117)

โพรวัส ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตรที่เรียกว่า การประเมินผลความแตกต่าง หรือการประเมินผลความไม่สอดคล้อง (Discrepancy Evaluation) ซึ่งจะประเมินหลักสูตรใน 5 ส่วน คือ การออกแบบ ทรัพยากรหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเริ่มใช้หลักสูตร กระบวนการผลิตของหลักสูตร และค่าใช้จ่ายหรือผลตอบแทน โดยแต่ละส่วนจะมีขั้นตอนการประเมินผลเหมือนกัน คือแบ่งการดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

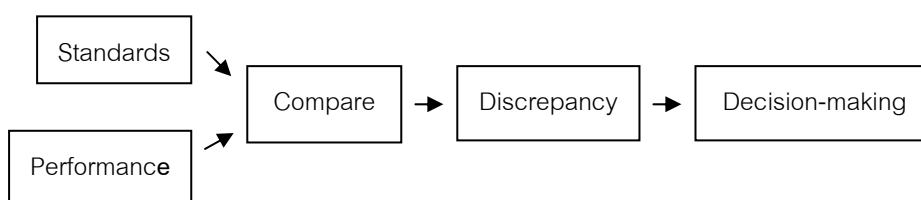
ขั้นที่ 1 กำหนดมาตรฐานของสิ่งที่ต้องการจะวัด (Standards – S)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานหรือการปฏิบัติจริงของสิ่งที่ต้องการจะวัด (Performance – P)

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นที่ 2 มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในขั้นที่ 1 (Compare – C)

ขั้นที่ 4 ศึกษาความแตกต่างหรือความไม่สอดคล้องระหว่างผลการปฏิบัติจริงกับเกณฑ์มาตรฐาน (Discrepancy – D)

ขั้นที่ 5 ส่งผลการประเมินให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตรว่าจะยกเลิกการใช้หลักสูตรที่ประเมิน หรือแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติ หรือเกณฑ์มาตรฐานให้มีคุณภาพดีขึ้น (Decision Making)



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิการประเมินหลักสูตรของโพรวัส

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตีฟเฟิลบีม (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 :

240-242 ; สุนีย์ ภูพันธ์. 2537 : 265-279 ; และ โชติ เพชรชื่น. 2529 : 59-75)

รูปแบบการประเมินหลักสูตรนี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ CIPP model (Context-Input-Process-Product model) หรือ The Phi Delta Kappa Committee model รูปแบบนี้เป็นการประเมินข้อมูล 4 ประเภทคือ

1. การประเมินบริบท เป็นการประเมินสภาวะแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการต่าง ๆ เพื่อชี้ให้เห็นว่าควรกำหนดจุดมุ่งหมายอย่างไรจึงจะสนองความต้องการ และแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ในกรณีที่หลักสูตรไม่ใช่อยู่ในขั้นการวางแผนแต่ใช้มาระยะหนึ่งแล้วต้องการประเมิน การประเมินในกรณีนี้จะเป็นการประเมินในเรื่องจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ต่างๆ ของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร และเนื้อหาสาระที่มีอยู่ในหลักสูตร เพื่อตรวจสอบดูว่า สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อม ปัญหา และความต้องการต่าง ๆ หรือไม่ อย่างไร

2. การประเมินปัจจัยตัวป้อน เป็นการประเมินปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตรได้แก่ ปัจจัยด้านบุคลากร นักเรียน อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน อาคารสถานที่งบประมาณ ฯลฯ เพื่อตรวจสอบดูว่าปัจจัยตัวป้อนเหล่านั้นเป็นอย่างไรมีผลหรือมีส่วนช่วยให้การใช้หลักสูตรในทางปฏิบัติบรรลุผลหรือไม่อย่างไร

3. การประเมินกระบวนการ เป็นการประเมินหลักสูตรในขั้นปฏิบัติการ หรือประเมินกระบวนการใช้หลักสูตร เพื่อตรวจสอบดูว่ากิจกรรมหรือกระบวนการต่าง ๆ ของการใช้หลักสูตร ในสภาพที่เป็นจริงเป็นอย่างไร มีปัญหาหรือข้อบกพร่องหรือไม่ เช่น เรื่องเกี่ยวกับการสอน การบริหาร ฯ

4. การประเมินผลผลิต เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการใช้หลักสูตรนั้น โดยตรวจสอบว่าผู้เรียนมีคุณสมบัติตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ซึ่งอาจพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ภาวะการมีงานทำหรือการศึกษาต่อ ฯลฯ

รูปแบบการประเมินหลักสูตรแบบ CIPP นี้เป็นการประเมินหลักสูตรทั้งระบบ ผู้ประเมินจะประเมินผลทั้ง 4 ด้านดังกล่าวข้างต้น แล้วนำมาพิจารณาความสอดคล้องและความสัมพันธ์กันกล่าวคือ ถ้าในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ก็ต้องศึกษาว่า ปัจจัยเบื้องต้นต่าง ๆ และกระบวนการเรียนการสอน รวมทั้งกระบวนการบริหารหลักสูตร เอื้อต่อการทำให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น หรือไม่อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นจริงจากการปฏิบัติหรือสภาพที่เป็นอยู่สอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลในการตัดสินใจคุณค่าของหลักสูตรได้ รวมทั้งทราบว่าส่วนใดของหลักสูตรใช้ได้ ส่วนใดมีข้อบกพร่อง เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

รูปแบบการประเมินหลักสูตรของโกว์ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 239-240)

โกว์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบภายใน ซึ่งมีกระบวนการประเมิน 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการพิจารณาองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ

1. โอกาสการเรียนรู้ พิจารณาจาก (1)โอกาสในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา พิจารณาจากความคิดรวบยอด เนื้อหา และทักษะ (2) โอกาสในการเรียนรู้อันเนื่องมาจากการใช้หลักสูตร พิจารณาจากความเข้มของเนื้อหาสาระของหลักสูตรและการสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

2. สิ่งเร้า พิจารณาจาก (1) การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำทางตนเอง เลือกสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ประเมินผลตนเอง และมีการวางแผนการเรียนของตนเอง (2) การที่ผู้เรียนได้รับแรงเสริมทั้งภายนอกและภายในตัวผู้เรียน (3) ความหลากหลายของรูปแบบวิธีการและกลวิธีในการสอน

3. โครงสร้างของหลักสูตร พิจารณาจาก (1)ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของหลักสูตรกับลักษณะนิสัย และความต้องการของผู้เรียน (2) ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับบทเรียน (3) ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และบทเรียน (4) ความเหมาะสมในการกำหนดและจัดลำดับของจุดประสงค์ เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย (5) ความเหมาะสมในการให้แนวทางกับครูสำหรับการวินิจฉัยและทำการสอนซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียน

4. สภาพการเรียนการสอน พิจารณาจาก (1) ความเหมาะสมของคู่มือในการให้แนวทางการสอนและให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับครู (2) ความเหมาะสมและความชัดเจนของเอกสารสำหรับผู้เรียนในการให้แนวทางแก่ผู้เรียน (3) ความสะดวกในการใช้รูปแบบต่างๆ ที่เกี่ยวกับการบริหารการสอน (4) ความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างกลวิธีในการสอนกับลักษณะของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การตัดสินคุณภาพของหลักสูตร หลังจากทีวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นที่ 1

เสร็จแล้ว ผู้ประเมินนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาเปรียบเทียบกับหลักการและทฤษฎีทางการศึกษาและทางจิตวิทยา เพื่อพิจารณาตัดสินว่า หลักสูตรมีคุณภาพหรือไม่อย่างไร

จุดเด่นของรูปแบบของการประเมินหลักสูตรของโกว์ คือ เป็นการตัดสินคุณภาพของหลักสูตรโดยการใช้หลักการและทฤษฎีทางการศึกษาและทางจิตวิทยาเป็นหลัก ไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้วิเคราะห์เป็นสำคัญ จึงแตกต่างจากการประเมินรูปแบบอื่น และมีความสมเหตุสมผลเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร สรุปได้ว่า

1. การประเมินหลักสูตรควรดำเนินการเป็นระยะๆ ทั้งก่อนนำหลักสูตรไปใช้ ระหว่างการใช้ และหลังการใช้หลักสูตร

2. การประเมินหลักสูตรควรกระทำควบคู่ไปกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน

3. การประเมินหลักสูตร ควรประเมิน

3.1 เอกสารหลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่า จุดหมาย จุดประสงค์ โครงสร้าง เนื้อหาสาระ และวิธีการวัดและประเมินผล มีความสอดคล้อง เหมาะสม ครอบคลุม และถูกต้องตามหลักการพัฒนาหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารให้เข้าใจและมีความชัดเจนในการนำไปสู่การปฏิบัติหรือไม่ หลักสูตรที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ และสามารถสนองความต้องการของสังคมและนักเรียนมากน้อยเพียงใด

3.2 การใช้หลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริงเพียงใด มีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้สามารถใช้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เพื่อตรวจสอบความสำเร็จของหลักสูตร โดยพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ทั้งด้านวิชาการและด้านอื่น ๆ เช่น บุคลิกภาพ ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความซื่อสัตย์ เป็นต้น

3.4 ระบบหลักสูตร เพื่อตรวจสอบหลักสูตรในภาพรวมทั้งระบบ

4. ในการประเมินผลหลักสูตร นอกจากจะพิจารณาว่านักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใดแล้ว ยังควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เวลาที่ใช้ในการจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ความพร้อมในด้านสถานที่และสื่อการเรียนการสอน ความพึงพอใจของครูและนักเรียนที่ใช้หลักสูตร

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร ควรเก็บรวบรวมข้อมูลทุกชนิดที่สามารถสังเกตได้ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 กำหนดให้บุคคลมีสิทธิเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่าสิบสองปี ที่รัฐจะต้องจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย การจัดการศึกษาอบรมของรัฐต้องคำนึงถึงการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชน ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมสังคมแห่งการเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุน ให้บุคคลเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้ง

ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา พัฒนาสาระและกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

กระทรวงศึกษาธิการ โดยอาศัยอำนาจตามความในบทเฉพาะกาล มาตรา 74 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงเห็นสมควรกำหนดให้มีหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยยึดหลักความมีเอกภาพด้านนโยบาย และมีความหลากหลายในการปฏิบัติ กล่าวคือ เป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีโครงสร้างยืดหยุ่น กำหนดจุดหมาย ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในภาพรวม 12 ปี สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็น ช่วงชั้นละ 3 ปี จัดเฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับพัฒนาคุณภาพชีวิต ความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองดีของชาติ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ ตลอดจนการศึกษาต่อ และให้สถานศึกษาจัดทำสาระ ในรายละเอียดเป็นรายปีหรือรายภาค ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชน สังคม ภูมิปัญญา ท้องถิ่น คุณสมบัติอันพึงประสงค์ เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคมและประเทศชาติ รวมถึงจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

หลักการ

เพื่อให้การจัดการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกันโดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ
4. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์

2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า
3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์
4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญหา และทักษะการดำรงชีวิต
5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี
6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค
7. เข้าใจประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม
9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

โครงสร้าง

เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง มีแนวทางปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษา จึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น

กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6

2. สาระการเรียนรู้

กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ภาษาไทย

2.2 คณิตศาสตร์

2.3 วิทยาศาสตร์

2.4 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

2.6 ศิลปะ

2.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.8 ภาษาต่างประเทศ

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มนี้ เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ โดยอาจจัดเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธีในการแก้ปัญหาและวิกฤติของชาติ กลุ่มที่สอง ประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์ และสร้างศักยภาพในการคิด และการทำงานอย่างสร้างสรรค์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดสาระการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับส่วนที่ตอบสนองความสามารถความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนนั้น สถานศึกษาสามารถกำหนดเพิ่มขึ้นได้ ให้สอดคล้องและตอบสนองศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ เพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ได้จัดให้เรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม มุ่งเน้นการเข้าร่วม และการปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสม ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข กับกิจกรรมที่เลือกด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจอย่างแท้จริง การพัฒนาที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ให้ครบทุกด้าน ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยอาจจัดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสนองนโยบาย ในการสร้างเยาวชนของชาติให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย และมีคุณภาพ เพื่อพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม ซึ่งสถานศึกษาจะต้องดำเนินการอย่างมีเป้าหมาย มีรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสม

กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

3.1 กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของ ผู้เรียน

ให้เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถค้นพบและพัฒนาศักยภาพของตน เสริมสร้างทักษะชีวิต วุฒิภาวะทางอารมณ์ การเรียนรู้ในเชิงพหุปัญญา และการสร้างสัมพันธภาพที่ดี ซึ่งผู้สอนทุกคนต้องทำหน้าที่แนะแนวให้คำปรึกษาด้านชีวิต การศึกษาต่อ และการพัฒนาตนเองสู่โลกอาชีพ และการมีงานทำ

3.2 กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองอย่างครบวงจร ตั้งแต่การศึกษา วิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมิน และการปรับปรุงการทำงาน โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด และผู้บำเพ็ญประโยชน์ เป็นต้น

4. มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม ที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ของแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ซึ่งกำหนดเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เมื่อผู้เรียน เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละช่วงชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้เฉพาะมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ ตลอดจนมาตรฐานการเรียนรู้ที่เข้มข้น ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ให้สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมได้

5. เวลาเรียน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนไว้ ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 1,000-1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 5-6 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีเวลาเรียนปีละไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

	ประถมศึกษา		มัธยมศึกษา	
	ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3)	ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6)	ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)	ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6)
	← การศึกษาภาคบังคับ →			
	← การศึกษาขั้นพื้นฐาน →			
กลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม				
ภาษาไทย	●	●	●	●
คณิตศาสตร์	●	●	●	●
วิทยาศาสตร์	●	●	●	●
สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม	●	●	●	●
สุขศึกษาและพลศึกษา	■	■	■	■
ศิลปะ	■	■	■	■
การงานอาชีพและเทคโนโลยี	■	■	■	■
ภาษาต่างประเทศ	■	■	■	■
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	▲	▲	▲	▲
เวลาเรียน	ประมาณปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณปีละ 1,000-1,200 ชม.	ไม่น้อยกว่าปีละ 1,200 ชม.

หมายเหตุ

- สาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักการเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด การเรียนรู้และการแก้ปัญหา
- สาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความเป็นมนุษย์ และศักยภาพพื้นฐานในการคิด และการทำงาน
- ▲ กิจกรรมที่เสริมสร้างการเรียนรู้ นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และการพัฒนาตนตามศักยภาพ

การจัดหลักสูตร

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในการพัฒนาผู้เรียน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถปรับใช้ได้กับการศึกษาทุกรูปแบบ ทั้งในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สถานศึกษานำไปจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษานั้น กำหนดโครงสร้างที่เป็นสาระการเรียนรู้ จำนวนเวลาอย่างกว้าง ๆ มาตรฐานการเรียนรู้ที่แสดงคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบ 12 ปี และเมื่อจบการเรียนรู้แต่ละช่วงชั้นของสาระการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม สถานศึกษาต้องนำโครงสร้างดังกล่าวนี้ไปจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา โดยคำนึงถึงสภาพปัญหา ความพร้อม เอกลักษณ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทั้งนี้ สถานศึกษาต้องจัดทำรายวิชาในแต่ละกลุ่มให้ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด

การจัดเวลาเรียน

ให้สถานศึกษาจัดเวลาเรียนให้ยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมในแต่ละชั้นปี ทั้งการจัดเวลาเรียนในสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม และรายวิชาที่สถานศึกษาจัดทำเพิ่มเติม รวมทั้งต้องจัดให้มีเวลาสำหรับกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนทุกภาคเรียนตามความเหมาะสม

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียน เมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดไว้เฉพาะที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ สำหรับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน สถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาการคิดของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ยังมุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เข้าใจตนเอง เห็นอกเห็นใจผู้อื่น สามารถแก้ปัญหาข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละช่วงชั้น ควรใช้รูปแบบ/วิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากกระบวนการปฏิบัติจริง และการเรียนรู้แบบบูรณาการ ใช้กระบวนการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

ลักษณะของสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีความหลากหลาย ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และสื่ออื่น ๆ ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีคุณค่า น่าสนใจ

ชวนคิด ชวนติดตาม เข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและต่อเนื่องตลอดเวลา

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สถานศึกษาต้องมีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการวัดและประเมินทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ ตลอดจนการประเมินภายนอก เพื่อใช้เป็นข้อมูลสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับคุณภาพของผู้เรียน แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและนอกสถานศึกษา

การวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน มีจุดหมายสำคัญคือ มุ่งหาคำตอบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ อันเป็นผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือไม่/เพียงใด ดังนั้นการวัดและประเมินจึงต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย เน้นการปฏิบัติให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และสามารถดำเนินการอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยประเมินความประพฤติ พฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และผลจากโครงการหรือแฟ้มสะสมงาน

การประเมินผลระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า ด้านการเรียนรู้เป็นรายชั้นปีหรือช่วงชั้น สถานศึกษานำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนา การเรียนการสอนและคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งนำผลการประเมินรายช่วงชั้นไปพิจารณาตัดสินการเลื่อนช่วงชั้น

การประเมินคุณภาพระดับชาติ สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในปีสุดท้ายของแต่ละช่วงชั้น เข้ารับการประเมินคุณภาพระดับชาติ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สำคัญ ตามที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตร

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้น ให้ต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหลักสูตรแกนกลางที่มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระในแต่ละระดับชั้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยาน

ที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ (สสวท. 2546 : 1)

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัด ของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 8 สาระหลัก ดังนี้

- สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 : พลังงาน
- สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โครงสร้างหลักสูตรการจัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ สสวท. เสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษานำไปใช้ หรือปรับใช้ ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้พื้นฐาน และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังนี้

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	60 ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	80 ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	80 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	100	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	100	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	100	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	120	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	120	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	120	ชั่วโมง
สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (รายภาค)		

ประมาณ 6 หน่วยกิต ดังนี้

- เคมี	1.5 หน่วยกิต
- ชีววิทยา	1.5 หน่วยกิต
- ฟิสิกส์	2 หน่วยกิต
- โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ	1 หน่วยกิต

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้สถานศึกษาจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 2 โดยในช่วงชั้นที่ 2 และ 3 จัดเป็นสาระการเรียนรู้รายปี (40 ชั่วโมง) ส่วนช่วงชั้นที่ 4 จัดเป็นรายภาคเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

สำหรับมาตรฐานด้านกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม กำหนดไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คือข้อบ่งชี้ว่านักเรียนควรจะรู้อะไร ได้พัฒนากระบวนการความสามารถ และคุณลักษณะอะไรบ้าง

สำหรับสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วงชั้นที่ 3 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีไว้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี สาระที่ 8 ช่วงชั้นที่ 3

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี		
	ม. 1	ม. 2	ม. 3
1. ตั้งคำถามที่กำหนด ประเด็นหรือตัวแปรที่ สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบหรือการศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้	1. ตั้งคำถามที่กำหนด ประเด็นหรือตัวแปรที่ สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบหรือการศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้	1. ตั้งคำถามที่กำหนด ประเด็นหรือตัวแปรที่ สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบหรือการศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้	1. ตั้งคำถามที่กำหนด ประเด็นหรือตัวแปรที่ สำคัญในการสำรวจ ตรวจสอบหรือการศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่ สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	2. สร้างสมมติฐานที่ สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	2. สร้างสมมติฐานที่ สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	2. สร้างสมมติฐานที่ สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการ สำรวจตรวจสอบทั้งเชิง ปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและ ปลอดภัย โดยใช้วัสดุและ เครื่องมือที่เหมาะสม	3. สำรวจตรวจสอบ เชิงปริมาณโดยใช้ เครื่องมือที่เหมาะสม	3. สำรวจตรวจสอบ เชิง ปริมาณและคุณภาพโดย ใช้เครื่องมือที่ เหมาะสม	3. เลือกเทคนิควิธีการ สำรวจตรวจสอบ ทั้งเชิง ปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและ ปลอดภัยโดยใช้วัสดุและ เครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำ ข้อมูลเชิงปริมาณ และคุณภาพ	4. เก็บข้อมูล จัดกระทำ ข้อมูลเชิงปริมาณ	4. เก็บข้อมูล จัดกระทำ ข้อมูลเชิงปริมาณ และ คุณภาพ	4. เก็บข้อมูล จัดกระทำ ข้อมูลเชิงปริมาณ และคุณภาพ
	5. วิเคราะห์ข้อมูลและ สรุปผลจากการสำรวจ ตรวจสอบที่สอดคล้อง กับสมมติฐาน	5. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุป ผลจากการสำรวจ ตรวจสอบที่สอดคล้อง กับสมมติฐาน	
	6. อธิบายและแสดงผลการ สำรวจตรวจสอบ		

ตาราง 3 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี		
	ม. 1	ม. 2	ม. 3
5.วิเคราะห์และประเมิน ความสอดคล้องของ ประจักษ์พยานกับ ข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุน หรือขัดแย้งกับ สมมติ- ฐาน และความผิดปกติ ของข้อมูลจากการ สำรวจตรวจสอบ	7.สร้างแบบจำลองหรือ รูปแบบที่อธิบายผล หรือแสดงผลของการ สำรวจตรวจสอบ 8.สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม จากการสำรวจตรวจ สอบเพื่ออ้างอิง	6.อธิบายและแสดงผล การสำรวจตรวจสอบ 7.สร้างคำถามที่นำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ และนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ 8.สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม จากการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อให้ได้ ข้อมูลที่เชื่อถือได้	5.วิเคราะห์ความ สอดคล้องของข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือ ขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติ ของข้อมูลจากการ สำรวจตรวจสอบ
6.สร้างแบบจำลองหรือ รูปแบบที่อธิบายผล หรือแสดงผลของ การสำรวจตรวจสอบ	9.จัดแสดงผลงาน เขียน รายงาน อธิบายผลของ โครงการหรือชิ้นงาน ที่แสดงกระบวนการ และผลของงาน	9.จัดแสดงผลงาน เขียน รายงาน และอธิบาย กระบวนการ และผลของ โครงการ หรือชิ้นงาน	6.สร้างแบบจำลองหรือ รูปแบบที่อธิบายผล หรือแสดงผลของ การสำรวจตรวจสอบ
7.สร้างคำถามที่นำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่			7.สร้างคำถามที่นำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่
8.บันทึกและอภิปราย ผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา เพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ ข้อมูลที่เชื่อถือได้และ ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ความรู้ที่ค้นพบเมื่อมี ข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือ โต้แย้งจากเดิม			8.อธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นหาเพิ่มเติมจาก แหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ ข้อมูลที่เชื่อถือได้และ ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมี ข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือ โต้แย้งจากเดิม

ตาราง 3 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วง ชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี		
	ม. 1	ม. 2	ม. 3
9.จัดแสดงผลงาน เขียน รายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผล ของโครงการ หรือ ชิ้นงาน ให้ผู้อื่นเข้าใจ			9.จัดแสดงผลงาน เขียน รายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของ โครงการ หรือชิ้นงาน

4. แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4.1 วิทยาศาสตร์

เมื่อกล่าวถึง “วิทยาศาสตร์” แต่ละคนอาจจะคิดถึงความหมายและขอบข่ายที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางคนอาจคิดถึงองค์ความรู้หรือตัวความรู้บริสุทธิ์ที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บางคนคิดถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการหรือวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้บางคนอาจคิดรวมไปถึงการนำองค์ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้งานด้วย ดังนั้น เพื่อให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจะกล่าวถึงคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน และที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

4.1.1 วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ หมายถึง องค์ความรู้หรือตัวความรู้บริสุทธิ์เกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างที่มนุษย์มีอยู่ ทั้งที่เกิดขึ้นเองหรือมีอยู่ในธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมา ทั้งที่อยู่ใกล้ตัวและไกลตัว รวมทั้งที่เกี่ยวกับตัวของมนุษย์เองด้วย เช่น ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของจักรวาล รวมถึงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายสภาพและความเป็นมาของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์บางอย่าง และเพื่อใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มความเป็นไปในอนาคตอย่างมีหลักการทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 วิทยาศาสตร์ประยุกต์ หมายถึง การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ไปใช้ในการทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ทั้งที่เป็นนามธรรมและรูปธรรม

4.1.2.1 วิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เป็นนามธรรม หมายถึง ความรู้ หลักเกณฑ์ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีใหม่ ๆ ที่ไม่ใช่ความรู้ หลักเกณฑ์ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎี ที่เกิดขึ้นเองอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อธิบายและพยากรณ์แนวโน้มของพฤติกรรมในอนาคตของมนุษย์

4.1.2.2 วิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เป็นรูปธรรม หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการประดิษฐ์ การผลิต การสร้าง สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นรูปธรรม คือ สามารถสัมผัสและแตะต้องได้ เช่น วัตถุ สิ่งของ สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ

4.1.3 เทคโนโลยี หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม เช่น การสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ ยานพาหนะ เครื่องจักรเครื่องกล รวมทั้งการสร้างเครื่องมือช่วยขยายขอบเขตของประสาทสัมผัสและการทำงานของสมองมนุษย์ ได้แก่อุปกรณ์ กล้องโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังนั้น เทคโนโลยี จึงมีความหมายตรงกับวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เป็นรูปธรรมนั่นเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ คำว่า วิทยาศาสตร์ จะหมายถึง วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ส่วนเมื่อกล่าวถึงวิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรือเทคโนโลยี ก็จะใช้ว่า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรือเทคโนโลยี

4.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณค่าและข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ ซึ่งใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

กรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม และจีระพรรณ สุขศรีงาม (2541 : 10-15) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของบุคคลต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มที่มีแนวคิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ คลอปเฟอร์ และคูลีย์ (Klopper; & Cooley.1961) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยงานเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และวิธีการและเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ ; อะคินเดฮิน (Akindehin. 1988) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย เนื้อหาความจริงของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ; นูแมน (Neuman. 1993) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้ กระบวนการสืบเสาะ และเจตคติ

2) กลุ่มที่มีแนวคิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 4 ประการ ได้แก่ โคนันท์ (Conant. 1989) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย สิ่งสมมติที่มีอยู่ก่อนแล้ว วิธีการ โครงสร้าง และข้อจำกัด ; บิลเลห์ และแฮสัน (Billeh; & Hasan. 1975) ; บิลเลห์ และแมลิก (Billeh; & Malik (1977) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ; เคน และเอแวนส์ (Cain; & Evans. 1990) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้หรือผลผลิต กระบวนการหรือวิธีการ เจตคติ และเทคโนโลยี ; ไมซ์ทรี (Meichtry. 1992) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความสร้างสรรค์ พัฒนาการ สามารถทดสอบได้ และความ

เป็นเอกภาพ ; แทเมอร์ (Tamir. 1994) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย งานเชิงวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์และวิธีการศึกษาหาความรู้ วิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ

3) กลุ่มที่มีแนวคิดว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 5 ประการ ได้แก่ โดแรน; แกริน; และแวลเลียร์ (Doran, Guerin; & Vavalieri. 1974) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย วิธีการและเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ; ออกันนียี (Ogunniyi. 1982) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย กระบวนการ ผลผลิต-ความรู้ จริยศาสตร์ หลักการควบคุม และระบบตรรกศาสตร์-คณิตศาสตร์

จากแนวคิดของบุคคลต่าง ๆ ข้างต้น จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับมุมมองของบุคคลนั้นๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ พิจารณา **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** ในแง่ของ **ลักษณะที่สำคัญ** **คุณค่า และข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์** ซึ่งใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ สรุปได้เป็น 4 ประการ ประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ สำหรับ จริยศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ นั้น ถือว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมคุณค่าของวิทยาศาสตร์

ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ หมายถึง หลักความจริงพื้นฐาน

ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลในตัวของมันเอง ไม่ต้องพิสูจน์และอ้างอิงจากอะไรอีก สามารถใช้เป็นรากฐานของโครงสร้างของวิทยาศาสตร์ต่อไปได้เลย มี 4 ประการ (Doran, Guerin; & Cavaleiri. 1974 ; Billeh; & Malik. 1977 ; Palmer. 1979) คือ

1) ปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นสิ่งที่อยู่จริง หมายความว่า ไม่มีอำนาจอื่นใดมาบันดาลให้เกิดขึ้นนอกจากอำนาจของธรรมชาติ และความจริงทั้งหลายทั้งปวงในธรรมชาตินั้นเป็นความจริงที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เป็นแต่เพียงผู้ค้นพบเท่านั้น

2) ปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นสิ่งที่ระเบียบแบบแผน หรือมีความสม่ำเสมอ หมายความว่า การดำเนินไปของธรรมชาติมีระบบระเบียบ หรือมีกลไกการทำงานต่อเนื่องกันแน่นอน เช่น การทำงานของระบบสุริยจักรวาล การเกิดกลางวันกลางคืน การเกิดฤดูกาลต่าง ๆ

3) ปรากฏการณ์ธรรมชาติต้องมีสาเหตุทำให้เกิดขึ้น หรือมีความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หมายความว่า เหตุการณ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เกิดจากการผลักดันต่อๆ กันไป เมื่อมีสิ่งหนึ่งเกิดขึ้น ก็จะส่งผลกระทบให้สิ่งอื่นๆ เกิดตามมาเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป

จนจบกระบวนการ ไม่มีอะไรเกิดขึ้นโดยบังเอิญ และไม่มีอะไรเกิดขึ้นโดยปราศจากเหตุผลที่แน่นอน

4) มนุษย์สามารถศึกษาและเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติได้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่ได้มาจากการใช้กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้าไปศึกษาค้นคว้าและได้รับการตรวจสอบยืนยันแล้วว่าเป็นความจริงด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

รับบา และแอนเดอร์สัน (Rubba; & Andersen. 1978 : 449-458) กล่าวถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 6 ประการ คือ

1) ความบริสุทธิ์ (Amorality) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถถูกตัดสินว่าดีหรือไม่ดี เนื่องจากไม่ได้เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ ดังนั้น จึงไม่สามารถนำหลักการด้านจริยธรรมและศีลธรรมมาตัดสินได้

2) ความสร้างสรรค์ (Creativity) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจากการใช้สติปัญญาอย่างสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยอาศัยการจินตนาการอย่างสร้างสรรค์คล้ายกับการสร้างสรรค์งานศิลปะ กวี หรือนักแต่งเพลง

3) การพัฒนาการ (Development) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นความรู้ที่สมบูรณ์ ยังสามารถถูกเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตามกาลเวลา

4) ความสมบูรณ์และเรียบง่าย (Parsimony) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเรียบง่ายไม่ซับซ้อน มีการใช้มโนคติที่น้อยที่สุด แต่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้มากที่สุด

5) สามารถทดสอบได้ (Testability) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถถูกทดสอบได้ทุกสถานการณ์และผลที่ได้จากการทดสอบซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง ในสถานการณ์ต่างๆ กัน จะมีความสอดคล้องกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมีความเที่ยงตรงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6) ความเป็นเอกภาพ (Unification) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของความรู้ในวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ โดยแสดงออกมาในรูปแบบมโนคติ กฎ และทฤษฎีต่างๆ จึงมีพลังในการอธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ

ไมช์ทรี (Meichtry. 1993 : 429-443) กล่าวถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 9 ประการ ดังนี้

1) เป็นความรู้ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ (Tentative)

2) เป็นความรู้ของสาธารณชน (Public)

3) สามารถทดสอบซ้ำๆ ได้ (Replicate)

- 4) เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น (Probabilistic)
- 5) เป็นผลที่เกิดจากความพยายามของมนุษย์ (Humanistic)
- 6) มีความเป็นเอกลักษณ์ (Unique)
- 7) มีความเป็นเอกภาพ (Holistic)
- 8) สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการเชิงประจักษ์ (Empirical)

สัวณิก นิยมคำ (2531 : 134-135) กล่าวถึงลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่ามีลักษณะเฉพาะ ดังนี้

1) เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (Empirical knowledge) สร้างขึ้นมาจากข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ผัสสะ ด้วยวิธีอุปมาน และทดสอบความถูกต้องของความรู้ด้วยหลักฐานทางผัสสะอีกเช่นกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีคนเรียกวิชาวิทยาศาสตร์ว่า Empirical science หรือ Inductive science

2) เป็นความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการวิทยาศาสตร์ ก็ได้

3) มีลักษณะเป็นความจริงสากล (Universal) มากกว่าจะเป็นความจริงเฉพาะราย หมายความว่าความจริงทางวิทยาศาสตร์นั้นเหมือนกันทั่วโลก ใช้ได้เหมือนกันทั่วโลก ไม่จำกัดพรมแดนว่าจริงเฉพาะที่โน้น ที่นี้ จริงเฉพาะคนโน้น คนนี้ แต่จริงกับทุกที่และจริงกับทุกคน อีกอย่างหนึ่ง จะหมายถึง มันเป็นความจริงหลักใหญ่ (ข้อสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป) ไม่ใช่ข้อเท็จจริงเฉพาะครั้งเฉพาะรายที่ได้จากการสังเกตและการวัด

4) เป็นความรู้ที่ยังไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ ต้องการการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นเพียงความจริงที่สอดคล้องกับความเป็นจริง แต่ก็เป็นความจริงที่เชื่อถือได้สูงสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้ หรือนำไปปฏิบัติได้เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น (Probabilistic)

5) มีลักษณะเป็นปรนัย (Objectivity) หมายความว่าสิ่งที่ได้รับการกลั่นกรองและทดสอบจนเป็นความรู้วิทยาศาสตร์แล้ว ทุกคนจะเข้าใจตรงกัน สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน รวมทั้งการกระทำของแต่ละคน ในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้ภาวะแวดล้อมอย่างเดียวกัน จะได้ผลออกมาตรงกัน โดยไม่มีคำว่า บางที บางคน บางโอกาส บางสถานที่ หรือโดยบังเอิญ

จึงประมวลลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

1. เป็นความจริงที่พิสูจน์ได้
2. ได้มาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. อธิบายได้โดยอาศัยการทดลองหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. สามารถแสดงหรือทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกัน

5. มีความเป็นปรนัย คือ สื่อความหมายอย่างเดียวกัน แปลความหมายตรงกัน ทุกคนเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการกระทำภายใต้เงื่อนไขหรือสภาวะแวดล้อมอย่างเดียวกัน จะปรากฏผลอย่างเดียวกัน โดยไม่จำกัดที่ตัวบุคคล เวลา และสถานที่

6. คงทนต่อการทดสอบ คือ สามารถถูกทดสอบซ้ำๆ ได้ หลายๆ ครั้ง และได้ผลเหมือนกันทุกครั้ง

7. เป็นความจริงสากล คือ จริงกับทุกที่ และจริงกับทุกคน หรือกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะเหมือนกันทั่วโลก

8. สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ คือ ความรู้ที่วิทยาศาสตร์ค้นพบ อาจเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาต่อไปได้เมื่อมีข้อมูลประจักษ์พยานเปลี่ยนแปลงไปหรือเพิ่มมากขึ้น หรือเมื่อมีเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ดีขึ้นกว่าเดิม ทำให้ได้รับข้อมูลใหม่ที่เที่ยงตรงมากกว่าเดิม

9. ช่วยคาดหมายอนาคตได้ เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ทราบกฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขที่จะทำให้สิ่งหนึ่งเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในอนาคต

10. มีความบริสุทธิ์ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ จึงไม่สามารถถูกตัดสินได้ว่าดีหรือไม่ดี

ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทมีลักษณะ ดังนี้

1. ข้อเท็จจริง (Fact) เป็นความรู้ที่ได้จากการสังเกต การวัด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแต่ละครั้ง เช่น เมื่อวานนี้ดวงอาทิตย์ตกเวลา 18.15 น. เป็นข้อเท็จจริงที่สังเกตได้ครั้งที่ 1 ถ้าวันนี้สังเกตอีก ก็จะได้ข้อเท็จจริงครั้งที่ 2 ซึ่งอาจตรงกับครั้งแรกหรือไม่ก็ได้ ดังนั้น ข้อเท็จจริงจึงอาจเป็นความจริงขณะใดขณะหนึ่ง หรือเป็นความจริงที่เกิดขึ้นซ้ำใหม่ได้เหมือนกันทุกครั้ง เช่น เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหย ก๊าซไฮโดรเจนติดไฟได้ เป็นต้น

ข้อเท็จจริงแต่ละอย่างจะมีความหมายน้อย แต่ถ้านำข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกันหลายๆ ข้อเท็จจริงมารวมกันเข้าก็จะมีความหมายมากขึ้น

2. มโนคติ (Concept) เป็นความคิดโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อวัตถุหรือปรากฏการณ์ซึ่งมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน และสามารถใช้ลักษณะร่วมกันนั้นเป็นเกณฑ์ในการแยกวัตถุหรือปรากฏการณ์หนึ่ง ออกจากวัตถุหรือปรากฏการณ์อื่นได้ ตัวอย่างของมโนคติได้แก่ แสงที่มองเห็นเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แมลง คือ สัตว์ที่มี 6 ขา และลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน สุนัขเป็นสัตว์มี 4 เท้า ชนิดหนึ่ง มีขนทั่วร่างกายสามารถเห่าหอนได้

3. หลักการ (Principle) เป็นข้อความที่แสดงให้เห็นกฎเกณฑ์ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ สามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ เช่น เมื่อสารได้รับความร้อนจะขยายตัว แม่เหล็กขั้วเหมือนกันจะผลักกัน ขั้วต่างกันจะดูดกัน

4. กฎ (Law) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล หรือตัวแปรต่าง ๆ สามารถเขียนในรูปของสูตรหรือสมการทางคณิตศาสตร์แทนได้ มีความจริงในตัวของมันเอง เช่น กฎของบอยล์ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซกับความดัน ว่า “ถ้าอุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเป็น สัดส่วนผกผันกับความดัน” ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้เป็น $V = k/P$ เมื่อ V แทน ปริมาตร P แทน ความดัน และ k เป็นค่าคงที่ กฎของโอห์ม แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า ว่า “เมื่ออุณหภูมิคงที่ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำชนิดหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์” ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ $R = V/I$ เมื่อ I แทน กระแสไฟฟ้า V แทน ความต่างศักย์ไฟฟ้า และ R แทน ความต้านทานและเป็นค่าคงที่

แม้ว่ากฎจะเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล แต่กฎ ก็ไม่สามารถ อธิบายได้ว่า เหตุใดความสัมพันธ์จึงเป็นเช่นนั้น

5. ทฤษฎี (Theory) เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ อธิบายว่า “ก๊าซประกอบด้วยโมเลกุลขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกัน โมเลกุลของก๊าซเป็นโมเลกุลอิสระ แต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงตลอดเวลาด้วยความเร็วคงที่ไปตามทิศทางใดทิศทางหนึ่ง จนกระทั่งชนกันเองหรือชนผนังของภาชนะที่บรรจุ แล้วจะเปลี่ยนทิศทางและอาจเปลี่ยนความเร็วด้วย” ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก อธิบายว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลเล็ก ๆ ที่มีอำนาจแม่เหล็กอยู่ ขณะที่แสดงอำนาจแม่เหล็ก โมเลกุลของแม่เหล็กจะเรียงตัวกันเป็นระเบียบ เอาขั้วเหนือชี้ไปปลายหนึ่ง ขั้วใต้ชี้ไปอีกปลายหนึ่ง อำนาจแม่เหล็กจึงไม่ทำลายกัน และจะมีขั้วอิสระที่ปลายทั้งสองข้าง ส่วนสารแม่เหล็กที่ไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กออกมา เป็นเพราะโมเลกุลแม่เหล็กของมันเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ”

จากข้อความของทฤษฎี ทั้ง 2 ทฤษฎี จะเห็นว่า มีลักษณะเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยกล่าวถึงสิ่งหรือกระบวนการที่อยู่ซ่อนเร้นหรืออยู่เบื้องหลังของปรากฏการณ์นั้นๆ ซึ่งอาจทดสอบความเป็นจริงได้ด้วยการสังเกตหรือทดลอง เช่น เราสามารถทดสอบทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก โดยการหักหรือตัดแท่งแม่เหล็กออกเป็นท่อนๆ แล้วทดสอบดูว่าแม่เหล็กแต่ละท่อนยังแสดงอำนาจแม่เหล็กได้หรือไม่ ถ้าแม่เหล็กยังคงแสดงอำนาจแม่เหล็กอยู่ก็แสดงว่าทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กยังคงใช้ได้ ถ้าทดสอบต่อไปอีกโดยพยายามทำลายการจัดระเบียบของโมเลกุลแม่เหล็กภายในแม่เหล็กแท่งหนึ่ง ด้วยการเผาหรือเคาะแท่งแม่เหล็กนั้นหลายๆ ครั้ง และตรวจสอบดู

ว่าอำนาจของแม่เหล็กแท่งนั้นเสื่อมถอยลงไปหรือไม่ ถ้าพบว่าอำนาจแม่เหล็กหมดไปหรือลดน้อยลง ทฤษฎีดังกล่าวก็ได้รับการสนับสนุนยืนยันอีกครั้งหนึ่ง

การตรวจสอบทฤษฎีนั้นสามารถตรวจสอบว่า “ผิด” หรือ “ไม่ผิด” ได้ แต่จะทดสอบว่า “ถูก” ไม่ได้ เพราะแม้ว่าทฤษฎีใดจะได้รับการทดสอบว่าถูกต้องถึงหมื่นครั้ง ก็ไม่อาจแน่ใจได้ ร้อยเปอร์เซ็นต์ว่า ถ้าทำการทดสอบต่อไปด้วยวิธีการและเครื่องมือต่างๆ อีกแสนครั้งจะยังคงถูกต้องทุกครั้ง เราจึงพูดได้แต่เพียงว่า ผลการทดสอบยืนยันหรือสนับสนุนทฤษฎีนั้นๆ และเรามีทางเพิ่มความน่าเชื่อถือของทฤษฎีได้ด้วยการให้ทฤษฎีนั้นทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ให้ได้หลายๆ ปรากฏการณ์ และทดสอบว่าผลการทำนายดังกล่าวถูกต้องทุกครั้ง ทฤษฎีนั้นๆ ก็จะมีที่น่าเชื่อถือมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่า ทฤษฎีที่จะได้รับการยอมรับจะต้อง 1) สามารถใช้อธิบาย กฎ หลักการ ข้อเท็จจริงของเรื่องราวทำนองเดียวกันได้ 2) สามารถนิรนัย(Deduce) ออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้ 3) ใช้ทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

นอกจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ประเภทแล้ว ยังมี สมมติฐาน (Hypothesis) ซึ่งบางคนจัดให้เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกประเภทหนึ่ง แต่บางคนก็ไม่ยอมรับว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น สุวรงค์ นิยมคำ (2531: 111) แสดงความคิดเห็นว่า สิ่งที่เราเรียกว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้น จะต้องตั้งอยู่บนเงื่อนไข 3 ประการ คือ 1) ต้องเป็นความรู้ของธรรมชาติ 2) ต้องได้มาจากการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์เข้าศึกษา ค้นคว้า และ 3) จะต้องเป็นความรู้ที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันแล้วว่าเป็นความจริง ตามเงื่อนไขนี้ สมมติฐาน ซึ่งเป็นคำอธิบายหรือคำตอบล่วงหน้าที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาหรือสนใจ เป็นความรู้ที่ยังไม่ได้รับการทดสอบหรือรับรอง ยังสงสัยในความถูกต้อง และยังรอการทดสอบ จึงยังไม่จัดเข้าไว้ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของสมมติฐาน ได้แก่ พืชสังเคราะห์แสงได้ตลอดเวลาที่มีแสง สุนัขหอนเมื่อได้ยินเสียงเครื่องบิน เพราะเสียงเครื่องบินมีความถี่สูงกว่าเสียงอื่น ๆ โดยเฉลี่ย

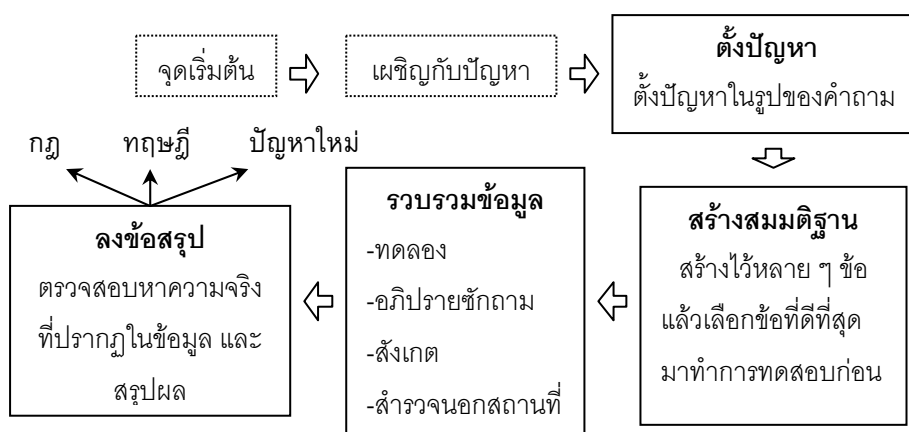
4.2.3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แม้ว่าความรู้ที่จะได้รับการยอมรับว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องได้มาด้วยวิธีการเชิงประจักษ์ คือ การใช้ประสาทสัมผัส ทำการทดลอง พิสูจน์ ตรวจสอบ จนได้ความรู้ที่เชื่อถือได้ก็ตาม แต่สำหรับลำดับและจำนวนขั้นตอนของการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้น ยังมีความเห็นที่แตกต่างกัน เป็น 2 แนว คือ

แนวที่ 1 มีความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยมีระเบียบแบบแผนที่แน่นอน คือ มีการเริ่มต้น ที่จุด ๆ หนึ่ง แล้วทำต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้น จนถึงจุดสุดท้ายของวงจรการทำงาน และถ้าต้องการตรวจสอบ ณ จุดใด ก็สามารถย้อนกลับไปตรวจสอบได้ตามวงจรของการทำงานนั้น

วิธีการทำงานในลักษณะนี้ เรียกว่า ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งมีผู้เสนอจำนวนขั้นตอนและเรียงลำดับขั้นตอนไว้แตกต่างกัน เช่น

แม็กแครกเคน; และคนอื่นๆ (สวธัมภ์ นิยมคำ. 2531 : 152-153; อ้างอิงจาก Mcracken; et al. 1967 : 5) ได้เสนอระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ไว้เป็น 4 ขั้น คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นสร้างสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นลงข้อสรุป โดยการทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ จะเป็นแผนภูมิ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของแม็กแครกเคน และคนอื่นๆ

วีสซ์ (สวธัมภ์ นิยมคำ. 2531 : 156; อ้างอิงจาก Weisz. 1965 : 4-7) เสนอขั้นตอนในระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ เป็น 5 ขั้น คือ ขั้นการสังเกต ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลอง และขั้นตั้งทฤษฎี

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund; & Trowbridge. 1967 : 9) เสนอว่า ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน คือ ตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน ทดลอง สังเกต รวบรวมข้อมูล และลงข้อสรุป

ซึ่งถ้าเปรียบเทียบขั้นตอนของระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ที่มีผู้เสนอไว้ดังกล่าวจะพบว่า แม้จะมีจำนวนขั้นตอนและการเรียกชื่อแตกต่างกันบ้างแต่ก็อยู่ในแนวทางเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่า ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอนใหญ่ คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นสร้างสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นลงข้อสรุป

แนวที่ 2 มีความเห็นว่าวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหา และวิธีคิดแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ซึ่งเฮิร์ด และ คัสแลนด์และสโตน แสดงความเห็นไว้ว่า (สวธัมภ์ นิยมคำ. 2531 : 161-162; อ้างอิงจาก (Hurd. 1968;

Kusland; & Stone. 1969) โดยแท้จริงแล้วยังไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่แน่นอนที่จะบอกได้ว่า ถ้าดำเนินการตามวิธีนั้นแล้วจะพบคำตอบของปัญหาได้ ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ที่เราสอนกันอยู่ทุกเมื่อเชื่อกันนั้น ไม่ใช่ทางที่นักวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ใหม่ หากแต่เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เขียนรายงานการค้นคว้าของเขา วิธีทำงานที่แท้จริงของนักวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ค่อยมีแบบแผนที่แน่นอนนัก มักเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ทำขึ้นเพื่อทดสอบสมมติฐานของเขา ซึ่งกระบวนการนี้ไม่ปรากฏชัดเจนลงไปว่ามันจัดระเบียบกันอย่างไร เห็นจะเป็นเพราะว่าการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้น ต้องอาศัยทั้งวิจารณ์ญาณและทั้งความคิดสร้างสรรค์ประกอบกัน (Hurd. 1968 : 6) ในการเดินทางไปสู่การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์นั้น ไม่มีถนนที่ถูกต้องเพียงสายเดียว ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ซับซ้อนถนนที่จะเดินไปสู่การค้นพบแก่เรา แต่ไม่ได้รับประกันว่า ถ้าเดินไปตามถนนสายนี้แล้วการค้นพบจะเกิดขึ้นงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการค้นหาสิ่งเดียวกันด้วยกระบวนการที่ไม่เหมือนกัน ค้นหาสิ่งที่มีระเบียบแบบแผน จากการกระทำที่หาแบบแผนที่แน่นอนไม่ได้ (Kusland; & Stone. 1969 : 19)

วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในลักษณะแบบแนวที่ 2 นี้ เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific methods) หรือที่นิยมเรียกว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Science)

ระหว่างปีค.ศ. 1962-1970 สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science) ได้ระดมนักวิทยาศาสตร์ ครู วิทยาศาสตร์ นักการศึกษา และนักจิตวิทยา มาทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะหาว่าวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรแน่ ภายใต้โครงการซาปา (SAPA ; Science – A Process Approach) และได้ข้อสรุปว่า วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นหาแบบแผนที่แน่นอนที่จะยึดเป็นรูปแบบทั่วไปไม่ได้ แต่สามารถที่จะวิเคราะห์หาขั้นตอนในการทำงาน ที่เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ได้ ซึ่งพบว่าทั้งหมด 13 กระบวนการ ส่วนการจะเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา และจะเริ่มจากกระบวนการไหน สู่กระบวนการไหนนั้น เป็นความอิสระของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ซึ่งกระบวนการทั้ง 13 กระบวนการนั้น ปัจจุบันนิยมเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) แบ่งออกเป็น ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน(Basic processes) 8 ทักษะกระบวนการ และทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated processes) 5 ทักษะกระบวนการ ดังนี้

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน

1. การสังเกต (Observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน และบางครั้งอาจใช้เครื่องมือช่วยด้วย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องตามความเป็นจริงโดยไม่มีการใส่ความคิดเห็นลงไป

2. การวัด (Measuring) เป็นการหาปริมาณของสิ่งที่เราสังเกตออกมาเป็นตัวเลขที่มีค่าแน่นอนด้วยเครื่องมือสำหรับวัด การวัดจะประกอบด้วย 3 อย่าง คือ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือสำหรับวัด จะต้องได้ค่าออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน และตัวเลขจะต้องมีหน่วยสำหรับเปรียบเทียบกันได้โดยตรง

3. การคำนวณ (Using number) เป็นการนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น มาจัดกระทำเสียใหม่เพื่อให้ได้ค่าใหม่ซึ่งจะมีความหมายต่อการนำไปใช้ การจัดกระทำระหว่างตัวเลขอาจจะเป็นการบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น

4. การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการจัดวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่มประเภท หรือพวก ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์นี้อาจจะใช้ลักษณะความเหมือน ความแตกต่าง ความสัมพันธ์ภายใน หรือประโยชน์ใช้สอยอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using space/time relationship) เป็นการสังเกต รูปร่างลักษณะของวัตถุโดยเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกต จากการมองในทิศทางต่างๆ กัน จากการหมุนและการเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างลักษณะหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของวัตถุในกรณีต่างๆ กับเวลาที่เปลี่ยนไป

6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (Communication) เป็นการนำข้อมูลจากการสังเกตมาจัดกระทำเสียใหม่ ในรูปแบบใหม่ โดยอาจจะจัดเรียงลำดับใหม่ จัดทำเป็นตาราง ความถี่ จัดจำแนกเป็นหมวดหมู่ คำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น แล้วมีการเลือกสื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกันมาถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจง่ายและรวดเร็วในผลของการสังเกตนั้น เช่น การเขียนบรรยาย การแสดงเป็นตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม แผนผัง แผนที่ วงจร สมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

7. การพยากรณ์ (Predicting) เป็นการคาดหมายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่พบในปัจจุบันเป็นตัวบอกเหตุ และใช้หลักการทั่วไปหรือประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นมาแล้วเป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์ตามวิธีอนุมาน การพยากรณ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

8. การลงความเห็นเชิงการอธิบาย (Inferring) เป็นการอธิบายข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกตว่าข้อมูลนี้หมายความว่าอย่างไร หรือเหตุการณ์นี้มีสาเหตุมาจากอะไร ทำไมจึงมีเหตุการณ์อย่างนี้เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือประสบการณ์เดิมของผู้คน มาเป็นเครื่องมือในการลงความคิดเห็นตามวิธีอนุมาน คำตอบที่คิดได้นี้จะไม่ก้าวเลยไปถึงสิ่งที่คิดว่าจะเกิดตามมาในอนาคต นอกจากนี้การลงความคิดเห็นเชิงการอธิบายยังหมายถึงการหาความหมายเป็นนัยๆ จากการชี้แนะทางอ้อมของข้อมูลด้วย

ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ

9. การสร้างสมมติฐาน (Formulating hypotheses) สมมติฐานเป็นข้อถกเถียงแบบข้อมูลสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป เพื่อใช้อธิบายปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบ ข้อถกเถียงนี้คาดว่า จะแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆ สมมติฐานจะสร้างขึ้นมาจาก ข้อมูลที่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งปัญหาหนึ่งๆ อาจมีได้หลายสมมติฐาน ซึ่งจะต้องทำการทดสอบยืนยัน ในความเป็นจริงต่อไป

10. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) ในการทดลองเพื่อ ทดสอบสมมติฐาน จะมีตัวแปรในสมมติฐานอยู่ 2 ประเภทได้แก่ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือตัวแปรที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ เป็นตัวแปรที่เราต้องการจะดูผลของมัน ตัวแปรตาม เป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของตัวแปรอิสระในการทดลอง ถ้ามีตัวแปรอิสระหลายตัว เราต้อง ทดลองดูผลการกระทำครั้งละตัวแปรเสียก่อน ตัวแปรที่เหลือจะต้องควบคุมไว้ให้คงที่ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) เป็นการให้นิยามของ เทอมเฉพาะหนึ่งๆ ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม โดยบรรยายให้เห็นการกระทำที่จะสังเกตและทดสอบสิ่งนั้นได้

12. การทดลอง (Experimenting) เป็นการสร้างเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่ง เพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ และเพื่อจะได้ ทดสอบซ้ำได้อีก การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบสมมติฐาน รูปแบบ หรือโมเดล ที่ยังสงสัยอยู่ โดยการกระทำให้วัตถุหรือเหตุการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ การ ทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ตอน คือ กิจกรรมภาคออกแบบการทดลอง กับกิจกรรมภาคปฏิบัติทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปทั่วไป (Interpreting data) เป็นการนำ ข้อมูลจากการสังเกต การทดลอง การสำรวจ หรือจากแหล่งอื่นมาทำการหาข้อมูลสรุปตามวิธีอุปมาน เป็นตัวความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นมโนคติ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

4.2.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องสามารถทดสอบยืนยันได้ว่าไม่ผิด และจากการทดสอบหลายๆ ครั้งถ้าหากพบว่าความรู้นั้น ไม่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงความรู้นั้นเสียใหม่ ถ้าทำไม่ได้ ความรู้นั้นก็จะถูกยกเลิก ไม่อาจถือได้ว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกต่อไป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงมีขอบเขตและข้อจำกัด ดังนี้

1) จำกัดด้วยปรัชญาของวิทยาศาสตร์

ปรัชญา เป็นทฤษฎีหรือความเชื่อของบุคคลต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ถ้าบุคคลใดมี ปรัชญาต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างไร เขาจะประพฤติปฏิบัติตามแนวความเชื่อที่เขายึดถืออย่างมั่นคง

นักวิทยาศาสตร์ยึดถือในหลักการของลัทธิสสารนิยม ทฤษฎีจักรกลนิยม และทฤษฎีประจักษ์นิยม ซึ่งลัทธิสสารนิยม (Materialism) เป็นลัทธิที่มองโลกในฐานะที่เป็นโลกแห่งวัตถุ (A world of materials) หรือโลกแห่งผัสสะ (Physical world) และพยายามที่จะอธิบายสิ่งทั้งหลายและปรากฏการณ์ทั้งปวงในแง่ที่เป็นผลจากการกระทำของสสาร ทฤษฎีจักรกลนิยม (Mechanicalism) เชื่อว่า ปรากฏการณ์ทั้งหลายในธรรมชาติที่เกิดขึ้น มีกฎเกณฑ์และดำเนินไปตามกฎเกณฑ์ที่แน่นอนอย่างเป็นระบบ ดังนั้นถ้าเราสามารถรู้ระบบของมันเราก็อาจควบคุมเหตุการณ์นั้นได้ และเราสามารถที่จะคาดหมายได้ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นในอนาคต ทฤษฎีประจักษ์นิยม (Empiricism) เชื่อว่าประสบการณ์เป็นที่มาของความรู้ โดยประสบการณ์ทางผัสสะจะช่วยให้มนุษย์มีวัตถุดิบสำหรับไปสร้างความรู้ในขั้นต่อไป และความรู้ที่คิดได้นั้น จะเชื่อถือได้ก็ต้องอาศัยข้อมูลจากประสาทสัมผัสเป็นหลักฐานมายืนยันสนับสนุนอย่างเพียงพอ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงถูกจำกัดอยู่ที่ว่า ความรู้นั้นต้องผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสเท่านั้น และการทดสอบความจริงก็ต้องแสดงให้เห็นด้วยประสาทสัมผัสเช่นเดียวกัน สิ่งที่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสพิสูจน์ยืนยันหรือทดสอบได้ ถือว่าอยู่นอกขอบเขตของวิทยาศาสตร์

2) จำกัดด้วยวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องได้มาด้วยวิธีการเฉพาะ ที่เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์(บางคนเรียก กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และบางคนเรียก ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์) และการทดสอบความจริงก็ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อีกเช่นกัน ความจริงที่ไม่สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ถือว่าอยู่นอกขอบเขตของวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ที่ใช้วัดความจริงทางวิทยาศาสตร์ คือ สามารถสังเกตได้ สามารถสาธิตให้เห็นประจักษ์ได้ทุกครั้ง และสามารถนำไปปฏิบัติหรือใช้งานได้

3) จำกัดด้วยเครื่องมือและเทคโนโลยีที่มีอยู่

เครื่องมือและเทคโนโลยีสามารถใช้ช่วยขยายขีดความสามารถของประสาทสัมผัสได้ เมื่อเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถขยายขอบเขตได้กว้างขวางขึ้น แต่สิ่งที่ยังอยู่นอกเหนือขีดความสามารถของประสาทสัมผัส(แม้ว่าจะมีเครื่องมือช่วยขยายขอบเขตความสามารถของประสาทสัมผัสแล้วก็ตาม) ก็ยังถือว่าอยู่นอกขอบเขตของวิทยาศาสตร์

4) จำกัดด้วยวิธีการสรุปเป็นองค์ความรู้

ความรู้ความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาตินั้นมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวอยู่แล้ว เป็นความรู้ที่สมบูรณ์ แต่ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ที่เรียกว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการต่าง ๆ ไปล้วงเอามาจากธรรมชาติ ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาจึงเป็นข้อเท็จจริงหลาย ๆ ข้อเท็จจริง และจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ เหล่านั้น นักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทาง

ตรรกวิทยาที่เรียกว่า วิธีอุปมาน สรุปเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่าวิธีสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการสร้างจากข้อเท็จจริงที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง แล้วลงข้อสรุปไปสู่ประชากรซึ่งเป็นกลุ่มที่ใหญ่กว่า ความรู้ที่ได้จึงอาจเป็นความรู้ที่เจือปนความบกพร่องมาด้วย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ความจริงสุดท้าย

นอกจากขอบเขตและข้อจำกัดทั้ง 4 ข้อ ที่กล่าวมาแล้ว เรื่องของจริยศาสตร์สุนทรียศาสตร์ เทววิทยา และศาสนา ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หาคำตอบได้ ล้วนแล้วแต่อยู่นอกขอบเขตของวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

สุวตม์ นิยมคำ (2531 : 145-147) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ที่ค้นหาหรือรวบรวมตัวความรู้ล้วน ๆ เรียกว่า วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure science) หรือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic science) และคนที่ศึกษาหาความรู้ของธรรมชาติเพื่อความใคร่รู้ เพื่อสนองความต้องการของจิตใจ หรือค้นหาความรู้เพื่อความรู้ เรียกว่า นักวิทยาศาสตร์ (Scientist) ส่วนวิทยาการที่นำเอาทฤษฎี หลักการหรือกฎวิทยาศาสตร์ไปปรับขยายเพื่อประโยชน์ของการใช้งาน เรียกว่า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied science) หรือปัจจุบันเรียกว่า เทคโนโลยี (Technology) นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานประเภทนี้ เรียกว่า นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Scientist) หรือนักเทคโนโลยี (Technologist) หรือนักประดิษฐ์ (Inventor) จุดหมายปลายทางของนักเทคโนโลยี คือการนำเอาทฤษฎี หลักการ หรือกฎวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพื่อประโยชน์ของการใช้งาน การผลิตสินค้า หรือการให้บริการ โดยวิธีการต่างๆ ซึ่งจะเป็นการประหยัด ทุนแรง ทุนเวลา และมีประสิทธิภาพสูง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด นักวิทยาศาสตร์กับนักเทคโนโลยี อาจเป็นคนคนเดียวกันหรือเป็นคนละคนกันก็ได้ แต่หน้าที่ทั้ง 2 อย่างนี้แยกกันตามวัตถุประสงค์ โลกของวิทยาศาสตร์ประยุกต์จะก้าวหน้าเพียงใดนั้นต้องอาศัยความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นรากฐาน ถ้าการวิจัยทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไม่ก้าวหน้า วิทยาศาสตร์ประยุกต์ก็พลอยซบเซาไปด้วย เพราะว่าการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่นำไปใช้งานนั้น ต้องอาศัยกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน และโดยทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์คืบหน้าเหมือนกัน อย่างกรณีการสร้างยานอวกาศได้ ก็เป็นการบุกเบิกให้มีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นได้อีกมาก

ในชีวิตประจำวันของคนเราทุกวันนี้ ผูกพันอยู่กับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ล้วนแล้วแต่เป็นผลผลิตอันเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ ความก้าวหน้าทาง

การแพทย์และเทคโนโลยีชีวภาพ ยังช่วยทำให้มนุษย์มีอัตราการรอดชีวิตมากขึ้น และมีอายุยืนยาวมากขึ้น ซึ่งผลที่เกิดต่อเนื่องตามมาก็คือ ประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีการสร้างเทคโนโลยีต่าง ๆ มากขึ้น

ชัยวัฒน์ คุประตกุล (2536 : 153-154) กล่าวถึงปัจจัยต้นเหตุที่ผลักดันให้นักเทคโนโลยี รวมถึงนักประดิษฐ์ คิดค้นสร้างสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาว่า มีดังนี้

1) ความจำเป็น เช่น ความจำเป็นเพื่อการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐาน คือปัจจัย 4 ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค

เทคโนโลยีเกี่ยวกับอาหารมีมากมาย ตั้งแต่การผลิต การเก็บเกี่ยว การแปรรูป การประกอบอาหาร การเก็บรักษาให้อยู่ได้นาน ๆ ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีการปลูกและเก็บเกี่ยวข้าว เครื่องจักรกลช่วยการทำงานการไถดิน การหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว การเก็บเกี่ยวข้าว เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ โดยที่สามารถลดแรงงานของคนลงได้ด้วย

เทคโนโลยีเกี่ยวกับเครื่องนุ่งห่ม ตัวอย่างเช่น เครื่องปั่นฝ้าย จุดกำเนิดคือความพยายามที่จะช่วยให้การผลิตวัตถุดิบคือผ้าจากฝ้ายให้ได้รวดเร็วและมีคุณภาพขึ้น

เทคโนโลยีเกี่ยวกับที่อยู่อาศัย ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิตวัสดุเพื่อการก่อสร้าง ได้แก่ เทคโนโลยีผลิตปูนซีเมนต์ เทคโนโลยีเกี่ยวกับการก่อสร้างโดยตรงช่วยให้นักมนุษย์สร้างที่อยู่อาศัยได้หลากหลายรูปแบบ มีความปลอดภัยมากขึ้น และมีความสง่างามขึ้นเป็นหลายสิบชั้น เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัยของคนในเมืองใหญ่

เทคโนโลยีเกี่ยวกับยารักษาโรค ซึ่งเมื่อพิจารณารวม ๆ เป็นเทคโนโลยีทางการแพทย์ ก็มีขอบเขตกว้างขวางขึ้นและก็เป็นเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ที่มาของเทคโนโลยีการแพทย์เมื่อมองภาพรวม คือ ความพยายามที่จะช่วยมนุษย์มีอายุยืนยาวขึ้น โดยมีสุขภาพที่ดีเพื่อจะได้มีชีวิตที่ทรงคุณค่า

2) ความอยู่รอด เช่น ความอยู่รอดจากภัยการรุกรานของฝ่ายตรงข้ามและจากภัยธรรมชาติ

เทคโนโลยีเพื่อความอยู่รอดจากภัยการรุกรานของฝ่ายตรงข้ามที่เด่นชัด คือ อาวุธสงครามต่างๆ เช่น ระเบิดนิวเคลียร์ลูกแรกของโลกเกิดขึ้นจากความหวั่นเกรงของนักวิทยาศาสตร์ฝ่ายสัมพันธมิตรในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง ที่เกรงว่าฝ่ายเยอรมันภายใต้การนำของฮิตเลอร์ จะสร้างระเบิดนิวเคลียร์ได้สำเร็จ จึงเกิดโครงการแมนฮัตตันเพื่อสร้างระเบิดนิวเคลียร์จากทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ขึ้น

เทคโนโลยีเพื่อความอยู่รอดจากภัยธรรมชาติ เช่น เทคโนโลยีในการสร้างอาคารในแถบที่มีแผ่นดินไหวบ่อย เทคโนโลยีการตรวจจับและพยากรณ์แผ่นดินไหว เทคโนโลยีดาวเทียม

อุดมศึกษาเพื่อเตือนภัยล่วงหน้าจากลมพายุที่เป็นอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สิน ที่อยู่อาศัย และผลิตผลทางการเกษตร

3) ความใฝ่รู้ เช่น เทคโนโลยีประเภทอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยนักวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ที่ไม่สามารถได้มาโดยประสาทการรับรู้ปกติของมนุษย์ คือ ตา หู จมูก ปาก และผิวหนัง ตัวอย่างเช่น กล้องโทรทัศน์ กล้องจุลทรรศน์ เครื่องวัดคลื่นสมอง เครื่องวัดคลื่นหัวใจ ระบบการตรวจพิสัยทางไกล ดาวเทียม ยานสำรวจอวกาศ ฯลฯ

4) การบันเทิงและการพักผ่อน เช่น เทคโนโลยีระบบเครื่องเสียง-ภาพ ต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องเล่นแผ่นซีดี เครื่องเล่นเทป โทรทัศน์ วีดีโอ ระบบแสง-เสียงประเภท มัลติวิชั่นโดยแสงเลเซอร์ ภาพยนตร์ เกมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ

5) การป้องกันและปราบปรามอาชญากรรม เช่น เทคโนโลยีการตรวจหาลายนิ้วมือ โดยเลเซอร์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างภาพอาชญากร เทคโนโลยีการทำลายพิมพ์ ดีเอ็นเอจากพันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ร่วมกับการสื่อสารในการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมการโจรกรรมรถยนต์ เป็นต้น

แม้ว่าเทคโนโลยีจะมีประโยชน์ต่อมนุษย์นานัปการ แต่การใช้เทคโนโลยีโดยขาดการควบคุม ก็อาจนำมาซึ่งปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ อย่างตามมา เช่น การผสมเทียม ทำให้มีปัญหาว่าใครจะมีสิทธิ์เป็นมารดาของเด็กที่เกิดมา การซื้อขายอวัยวะก่อให้เกิดปัญหาด้านสังคม ศีลธรรม และจริยธรรม การสร้างอาวุธนำไปสู่การทำลายล้างและการต่อรองทางการเมืองและการทหาร เป็นต้น

โดแรน; แกริน; และคาวาเลียรี (Doran; Guerin; & Cavalieri. 1974 : 321-329) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับมนุษย์ในแง่ของสังคม ดังนี้

- 1) วิทยาศาสตร์เป็นรากฐานของการเปลี่ยนแปลงทางสังคม
- 2) สังคมควบคุมวิทยาศาสตร์โดยการควบคุมแหล่งทรัพยากร
- 3) การควบคุมและกำหนดทิศทางของวิทยาศาสตร์อย่างชาญฉลาดโดยระบบประชาธิปไตยขึ้นอยู่กับสาธารณชนที่มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- 4) การมีปฏิสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคมพร้อม ๆ กับการทำให้มีหรือไม่มีเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเกิดขึ้น
- 5) วิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความอิสระหรือหลุดพ้นจากการครอบงำของความเชื่อในเรื่องไสยศาสตร์
- 6) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดปัญหาสังคมใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน

7) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

8) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีข้อจำกัด

9) สาธารณชนจะต้องมีความเข้าใจนักวิทยาศาสตร์และวิธีการทำงานของพวกเขา

10) ผลที่ตามมาจากการมีความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ต่อสังคมจะมีมหาศาลและไม่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้

11) วิทยาศาสตร์ในสังคมจะอยู่ในฐานะอย่างไรขึ้นอยู่กับค่านิยมที่ใช้กำหนดหลักการและเหตุผลของสังคม

โครงการบริหารวิชาบูรณาการ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2545 : 77-99) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อม ไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1) เทคโนโลยีมีบทบาทเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม โดยอธิบายว่า เทคโนโลยีที่มนุษย์พัฒนาขึ้นมา เมื่อนำไปใช้ก็ย่อมมีผลทำให้สภาพแวดล้อมรอบๆ ตัวผู้ใช้เทคโนโลยีนั้นเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนักน้อย เทคโนโลยีบางอย่างมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง เช่น การทำเหมืองแร่ การจับสัตว์น้ำ แต่เทคโนโลยีบางอย่างมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยทางอ้อม มองเห็นได้ไม่ชัดเจน เช่น การเลี้ยงปศุสัตว์จำนวนมาก ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เป็นผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก นอกจากนี้ เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหนึ่ง เช่นการสร้างเขื่อนเพื่อพลังงานและชลประทาน ก็สร้างปัญหาแกสิ่งแวดล้อมในระยะยาว คือ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

2) สิ่งแวดล้อมมีบทบาทต่อการสร้างเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อมในรูปแบบนี้ คือ สิ่งแวดล้อมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของเทคโนโลยี และทำให้มีการสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นนั้น ตัวอย่างเช่น ในประเทศที่ประสบภัยแผ่นดินไหวอยู่เสมอ เช่น ประเทศญี่ปุ่น มีการพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างอาคารที่ต้านทานต่อแผ่นดินไหว ในประเทศที่เต็มไปด้วยทะเลทราย ทำการเกษตรไม่ได้ผล เช่น ประเทศอิสราเอล มีการพัฒนาเทคโนโลยีการให้น้ำพืชด้วยระบบน้ำหยด ประเทศในเขตร้อนที่มีหิมะตกทับถมกันเป็นเวลานาน มีการประดิษฐ์ยานพาหนะที่มีล้อแบบไม่สึก ซึ่งทำให้สามารถเดินทางไปได้โดยสะดวก หรือชาวไทยที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำลำคลอง ได้ประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์จับปลา เช่น อวน แห ลอบ มีการสร้างบ้านแบบเรือนแพที่ลอยขึ้นลงได้ตามกระแสน้ำ เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปคือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ในเชิงสนับสนุนเกื้อกูลกัน คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มีการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยี ในขณะเดียวกันเครื่องมือและเทคนิคทางเทคโนโลยีก็ช่วยขยายขอบเขตให้การสังเกตและการวัดมีความละเอียด แม่นยำ และเหมาะสมมากขึ้น ซึ่งช่วยสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้ามากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยี

ก็มีอิทธิพลและผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมทั้งในทางบวกและทางลบ ในทางบวกคือ ช่วยให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น ในทางลบคือ ทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลง จนให้เกิดผลกระทบต่อโลก นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีอีกบางชนิดที่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในทางบวกหรือทางลบ เช่น เทคโนโลยี จีเอ็มโอ (GMOs : Genetically Modified Organisms) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การผลิตเมล็ดพันธุ์ อาหารสัตว์ อาหาร ยา และสิ่งอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่เป็นที่แน่ใจในเรื่องความเสี่ยงต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ เนื่องจากไม่ได้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ รวมทั้งเทคโนโลยี จีเอ็มโอ ยังเป็นเรื่องใหม่ ทำให้มีการเปรียบเทียบกับกรณีต่าง ๆ ในอดีต เช่น กรณีของการใช้ ดีดีที (DDT) ทางเกษตรและสาธารณสุข ซึ่งส่งผลกระทบข้างเคียงกับสิ่งแวดล้อมในเวลาต่อมา คือ ทำให้นกหลายชนิดสูญพันธุ์ เนื่องจากกินปลาจากแหล่งน้ำที่มีสารดีดีที ทำให้ไข่นกมีแคลเซียมสะสมน้อยลง เปลือกจึงบางลง ทำให้เปราะและแตกง่าย แม่นกไม่สามารถฟักไข่ได้ ดังนั้น จึงอาจต้องใช้เวลามากกว่าสิบปีกว่าที่ทราบผลกระทบจาก จีเอ็มโอ ในทุกแง่มุม ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ จึงต้องมีการวางแผน และการวิจัยตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่ดีและมีคุณภาพ คือ ทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม มีกระบวนการกำจัดหรือทำลายสิ่งที่จะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม

5. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

5.1 การคิด

การคิดเป็นผลมาจากกระบวนการทางสมองซึ่งฮัมฟรี (ศรีสุรางค์ ทินะกุล; และคนอื่นๆ.

2542 : 8-9 ; อ้างอิงจาก Humphrey. 1963) ได้สรุปข้อความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดไว้ดังนี้

1. การคิดเกิดขึ้นเมื่อมนุษย์ประสบ จำได้ และต้องการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่มนุษย์ถูกสกัดกั้นไม่ให้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ
3. การคิดเป็นกระบวนการผสมผสานลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเข้าด้วยกัน
4. การคิดเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในอดีต แต่นักจิตวิทยายังไม่อาจสรุปได้อย่าง

ชัดเจนว่าประสบการณ์เหล่านั้นนำมาใช้ในการคิดอย่างไร

5. กิจกรรมการคิดทุกอย่างเกี่ยวข้องกับ “การลองผิดลองถูก” ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์
6. แรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญในการคิด
7. ภาษาไม่สามารถเทียบได้กับการคิด แต่ภาษามีส่วนสำคัญอย่างมากในการคิด
8. ส่วนประกอบต่างชนิดกันจำนวนมาก มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อ

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งได้แก่ ภาพในใจ กิจกรรมทางกล้ามเนื้อ การพูด และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ

การคิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การคิดโดยไม่มีจุดมุ่งหมาย (Undirected thinking) หรือการคิดแบบเชื่อมโยง (Associated thinking) เป็นการคิดที่ไม่มีจุดมุ่งหมายเป็นอิสระจากการถูกกำหนดโดยเงื่อนไขภายนอก
2. การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (The goal-directed thinking) เป็นการคิดที่เกิดขึ้นเมื่อต้องการคำตอบหรือวิธีทางที่สมเหตุสมผลในการแก้ปัญหา การคิดชนิดนี้มีเป้าหมายที่ชัดเจน ซึ่งดิวอี้ (John Dewey) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน เรียกความคิดชนิดนี้ว่า Reflexive thinking การคิดชนิดนี้ได้แก่ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical hinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นการคิดหาเหตุผลในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งการคิดชนิดนี้ก็คือ การคิดแก้ปัญหา (Problem solving) ส่วนการคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ การค้นพบวิธีแก้ปัญหา และการค้นพบทฤษฎีหรือวิธีการใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลต่อมนุษยชาติ

ในปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายว่า การแสวงหาข้อเท็จจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เราสามารถค้นพบข้อเท็จจริงที่เชื่อถือได้ ซึ่งหลักการของการค้นหาข้อเท็จจริงโดยกระบวนการนี้ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกตข้อเท็จจริงทั่วไป เป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจและสงสัย เราจะใช้การสังเกตข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราสนใจหรือสงสัย เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ชัดเจน
2. การกำหนดสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนเกี่ยวกับข้อเท็จจริงโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแล้วคาดคะเนล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบ
3. การทดสอบสมมติฐาน เป็นการดำเนินการเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามแนวทางที่คาดคะเนไว้ในสมมติฐาน การทดสอบจะเป็นการยืนยันความเชื่อถือได้ของข้อเท็จจริงใด ๆ นั้น
4. การทำซ้ำ เป็นการทดสอบข้อเท็จจริงซ้ำ ๆ เพื่อยืนยันความเชื่อถือได้และเป็นแนวทางในการนำข้อเท็จจริงที่ทราบไปใช้ประโยชน์

ลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือ

1. เป็นกระบวนการที่เป็นระบบระเบียบ การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวิธีดำเนินการหาคำตอบ ต้องกระทำเป็นขั้นตอน อย่างมีระบบระเบียบแน่นอน อาศัยหลักเหตุผลและมีความสอดคล้องกันระหว่างทฤษฎีกับกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

2. ใช้วิธีตรรกวิทยาหาเหตุผล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะหาเหตุผลโดยใช้วิธีตรรกวิทยา วิเคราะห์ข้อปัญหาที่เกิดความสงสัย และทดสอบหาความจริงหลายๆ ครั้ง เพื่อให้แน่ใจก่อนจึงสรุปผล

3. เน้นความจริงเป็นหลัก กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะกระทำโดยปราศจากอคติส่วนตัว ผลการศึกษาจะต้องเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่ใช่การเดาหรือเป็นความจริงที่พิสูจน์ไม่ได้

4. เป็นกระบวนการเพื่อเสาะหาความรู้ ด้วยการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์แยกรายละเอียดให้เป็นส่วนย่อยๆ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ

5. เป็นการสังเคราะห์ ด้วยการรวบรวมองค์ประกอบหรือส่วนย่อยๆ หลายอย่างเข้าด้วยกันและหาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผลกัน จัดเป็นระเบียบได้ข้อเท็จจริงใหม่

6. เป็นการสะสมความรู้ ทฤษฎี กฎต่างๆ ไว้ด้วยกัน และมีการแก้ไขดัดแปลงสิ่งเหล่านั้นอยู่เสมอ

7. เป็นกระบวนการที่เชื่อถือได้ เมื่อหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่ได้จะเป็นความรู้ที่แน่นอน ถูกต้อง และเชื่อถือได้ เป็นที่ยอมรับของบุคคลทั่วไป

การแสวงหาความรู้ความจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มิลล์ (John Stuart Mill) ได้เสนอวิธีการอาศัยความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ซึ่งมีชื่อที่รู้จักกันทั่วไปว่า Mill's canons หรือวิธีการค้นหาความจริงเชิงเหตุผลของมิลล์ ไว้ 5 วิธี ดังนี้

1. วิธีการสอดคล้องกัน (Method of Agreement) วิธีการนี้สรุปได้ว่า ถ้ามีสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกิดขึ้นภายใต้สภาพเงื่อนไขตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป และสภาพเงื่อนไขแต่ละอย่างนั้น ประกอบด้วยกรณีต่าง ๆ มากกรณีด้วยกัน แต่มีเพียงกรณีเดียวเท่านั้นที่เหมือนกัน กรณีที่เหมือนกันนั้นจะเป็นมูลเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้น เช่น ปรากฏว่ามีอหิวาตกโรคระบาดในจังหวัดหนึ่ง มีผู้ป่วย 3 คน

ผู้ป่วยคนที่ 1 กินข้าวแกง และน้ำแข็งร้าน ก

ผู้ป่วยคนที่ 2 กินข้าวผัด และน้ำแข็งร้าน ข

ผู้ป่วยคนที่ 3 กินก๋วยเตี๋ยว และน้ำแข็งร้าน ค

จะเห็นว่าผู้ป่วยทั้ง 3 คนกินน้ำแข็งเหมือนกัน แม้จะต่างร้านกันก็ตาม จึงสรุปได้ว่าน้ำแข็งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดอหิวาตกโรคระบาด

วิธีการสอดคล้องกัน อาจเขียนเป็นสัญลักษณ์แสดงได้ ดังนี้

ABC ทำให้เกิด MNP

BDC ทำให้เกิด NOP

ADC ทำให้เกิด MOP

จะเห็นว่า C กับ P ปรากฏร่วมกันอยู่ทุกสภาพเงื่อนไข ดังนั้นจึงสรุปว่า C จะต้องเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์เป็นเหตุผลกับ P

2. วิธีการของความแตกต่างกัน (Method of Difference) วิธีนี้สรุปได้ว่า ถ้ามีสภาพเงื่อนไขตั้งแต่สองชุดขึ้นไป แต่ละชุดมีกรณีต่าง ๆ เหมือนกัน เว้นแต่มีกรณีเดียวที่ปรากฏอยู่ในสภาพเงื่อนไขชุดเดียว ชุดอื่นไม่มี กรณีที่ต่างออกไปนั้นจะเป็นมูลเหตุของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น มีนักศึกษาในกลุ่มหนึ่งไปทัศนศึกษา เมื่อกลับมาปรากฏว่า นาย ก ป่วยเป็นอหิวาตกโรค จากการสอบถามได้ความว่า นาย ก ข และ ค กินอาหารต่าง ๆ เหมือนกัน นอกจากนาย ก เท่านั้น ที่กินน้ำแข็งเปล่า แสดงว่า สิ่งที่ทำให้ นาย ก เป็นอหิวาตกโรคครั้งนี้คือน้ำแข็งนั่นเอง

วิธีการของความแตกต่างกัน อาจเขียนเป็นสัญลักษณ์แสดงได้ ดังนี้

ABC ทำให้เกิด XYZ

BC ทำให้เกิด YZ

จะเห็นว่าทั้งสองสภาพเงื่อนไข มีกรณีประกอบเหมือน ๆ กัน เว้นแต่สภาพเงื่อนไข 2 ไม่มี A และ X ดังนั้น จึงสรุปว่า A และ X จะมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

3. วิธีการร่วมของความสอดคล้องกันและความแตกต่างกัน (Joint Method of Agreement and Disagreement) วิธีการนี้หาข้อสรุปด้วยการพิจารณาจากความสอดคล้องกันและความแตกต่างกันของสภาพเงื่อนไขที่เกิดขึ้น กล่าวคือ จากความสอดคล้องกันจะทำให้ทราบว่าสิ่งใดเป็นเหตุและเป็นผลกัน เมื่อพิจารณาความแตกต่างกันอีกครั้งก็จะทำให้สรุปความเป็นเหตุเป็นผลของข้อสรุปเดิมนั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น มีโรคอหิวาตกโรคระบาดที่จังหวัดหนึ่ง จากการสอบถามผู้ป่วย 3 คน และคนปกติ 3 คน ปรากฏว่ากินอาหาร ดังนี้

คนที่ 1	กินข้าวแกง และน้ำแข็ง	ป่วย
คนที่ 2	กินข้าวผัด และน้ำแข็ง	ป่วย
คนที่ 3	กินก๋วยเตี๋ยว และน้ำแข็ง	ป่วย
คนที่ 4	กินข้าวแกง และน้ำอัดลม	ไม่ป่วย
คนที่ 5	กินก๋วยเตี๋ยว ไม่กินน้ำอัดลม	ไม่ป่วย
คนที่ 6	กินข้าวผัด และน้ำอัดลม	ไม่ป่วย

จะเห็นว่าผู้ป่วย 3 คนแรก กินน้ำแข็งเหมือนกัน ส่วนคนไม่ป่วย 3 คนหลัง ไม่กินน้ำแข็งเหมือนกัน ฉะนั้น จึงสรุปได้ว่า น้ำแข็งเป็นสิ่งที่ทำให้อหิวาตกโรคระบาด ซึ่งเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ ดังนี้

ABC	ทำให้เกิด	MNP
BDC	ทำให้เกิด	NOP
ADC	ทำให้เกิด	MOP
AB	ทำให้เกิด	MN
AD	ทำให้เกิด	NO

BD ทำให้เกิด MO

จะเห็นว่าสภาพเงื่อนไขใดมี C จะมี P เกิดขึ้น และสภาพเงื่อนไขใดไม่มี C ก็จะไม่เกิด P ด้วย
ฉะนั้น จึงสรุปได้ว่า C และ P จะต้องเกี่ยวข้อง หรือมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

4. วิธีการของส่วนที่เหลือ (Method of residues) วิธีการนี้จะพิจารณาเงื่อนไขบางข้อ
ที่น่าสงสัยว่าจะมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วพยายามขจัดเงื่อนไขอื่นๆ ออกไปให้หมด
จนเหลือเงื่อนไขสุดท้าย ถ้าหากมีเฉพาะเงื่อนไขสุดท้ายแล้วยังมีปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นก็สรุปได้ว่า
เงื่อนไขสุดท้ายนั้นเป็นมูลเหตุ หรือเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น จากการหาสาเหตุของโรค
อหิวาตกโรคระบาด

นาย ก กินข้าวแกง ขนมหจีน น้ำอัดลมใส่น้ำแข็ง	ป่วย
นาย ข กินข้าวแกง ขนมหจีน น้ำแข็งเปล่า	ป่วย
นาย ค กินข้าวแกง น้ำแข็งเปล่า	ป่วย
นาย ง กินน้ำแข็งเปล่า	ป่วย

จะเห็นว่า น้ำแข็งเป็นตัวร่วมของทุกคน และนาย ง กินน้ำแข็งอย่างเดียวก็ป่วย
จึงสรุปว่า น้ำแข็งเป็นสื่อการระบาดของโรคอหิวาตกโรค

วิธีการนี้อาจจะเขียนเป็นสัญลักษณ์แสดงได้ ดังนี้

ABCD ทำให้เกิด	WXYZ
ABD ทำให้เกิด	WXY
AB ทำให้เกิด	WX
A ทำให้เกิด	W

จะเห็นว่าเมื่อค่อย ๆ ขจัดกรณีที่ไม่สงสัยออกทีละตัว เหลือไว้เฉพาะตัวที่สงสัย
ในที่สุดก็สรุปได้ว่า A และ W เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

กรณีเหตุผลของส่วนที่เหลือนี้ ถ้าหากทราบมาก่อนว่า B C D มีความสัมพันธ์กับ
X Y Z ก็สรุปได้โดยเหมือนกัน โดยไม่ต้องไปขจัดกรณีที่ไม่สงสัยออกทีละตัวดังกล่าวข้างต้น

5. วิธีการของความแปรผันร่วมกัน (Method of concomitant variation) วิธีการนี้สรุป ได้
ว่า ถ้าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่งขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่งในสภาพเดียวกัน และมี
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงร่วมกันแล้ว ทั้งสองสิ่งนั้นจะเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุผลซึ่งกัน
และกัน เช่น นาย ก ขับรถเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้านาย ก ขับรถ 5 ชั่วโมง ติดต่อกัน ก็จะได้
ระยะทาง 500 กิโลเมตร ก็จะสรุปได้ว่า ระยะทางกับความเร็วในการขับรถมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องใน
ลักษณะแปรผันร่วมกัน ซึ่งอาจเขียนเป็นสัญลักษณ์แสดงได้ ดังนี้

ABC_1 ทำให้เกิด S

ABC_2 ทำให้เกิด S

ABC_3 ทำให้เกิด S

จะเห็นว่า C และ S มีความผันแปรร่วมกัน แสดงว่า C และ S มีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน

5.2 การตัดสินใจ

การตัดสินใจเป็นเทคนิควิธีที่จะลดจำนวนทางเลือกลงมา (วุฒิชัย จ๋ามังค. 2523 : 3 ; อ้างอิงจาก Chester I. Barnard. 1938) ซึ่งในบางกรณีถ้ามีทางเลือกที่ดี มีประโยชน์มากกว่าหนึ่งสิ่ง ก็อาจเลือกสองสามสิ่งจากหลายสิ่งได้ (รศนา อัสชะกิจ. 2537 : 84) ในกระบวนการดังกล่าว ไชมอน (วุฒิชัย จ๋ามังค. 2523 : 3-4 ; อ้างอิงจาก Herbert A. Simon. 1960) ให้ความเห็นว่า มีกิจกรรมที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) กิจกรรมทางด้านเชาว์ปัญญา (Intelligence activity) ได้แก่ การเสาะหาข่าวสาร สภาพการทางสิ่งแวดล้อมสำหรับที่จะใช้ในการตัดสินใจ 2) กิจกรรมออกแบบ (Design activity) เป็นการสร้าง พัฒนา วิเคราะห์แนวทางต่าง ๆ ที่น่าจะนำไปปฏิบัติได้ 3) กิจกรรมคัดเลือก (Choice activity) คือ การเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่จะนำไปปฏิบัติได้จริง ซึ่งจากกิจกรรมทั้ง 3 ประการ สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติที่สำคัญของการตัดสินใจว่าเป็นกระบวนการตามลำดับขั้น ในอันที่จะเลือก ทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งออกมาสำหรับใช้ในการปฏิบัติ ดังนั้น กระบวนการตัดสินใจจึงไม่ได้สิ้นสุดที่ การเลือก แต่ไปสิ้นสุดที่การปฏิบัตินั่นเอง

สำหรับขั้นตอนของการตัดสินใจนั้น วุฒิชัย จ๋ามังค (2523 : 4) กล่าวว่า มีแนวคิดมาจาก ขั้นตอนการแก้ปัญหา (Problem solving) ของเทย์เลอร์ (Frederic W. Taylor) เกี่ยวกับการจัดการ ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ (Scientific management) ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการค้นหาข้อเท็จจริงในตัวปัญหา เพื่อแยกแยะตัวปัญหาที่แท้จริงออกมาให้ได้

2. การหาข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหานั้น (Information search) เป็นการ เสาะหาข่าวสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ทั้งนี้ข่าวสารที่ที่สรรหานั้น จะต้องมีความเกี่ยวข้อง จำเป็น และเพียงพอ

3. การประเมินค่าข่าวสาร (Evaluation of information) เป็นการประเมินดูว่า ข่าวสารที่ได้มานั้น ถูกต้อง เหมาะสม เพียงพอ ทันต่อสถานการณ์ และสามารถนำไปวิเคราะห์ปัญหา ได้หรือไม่ ถ้าประเมินแล้วพบว่าข่าวสารที่ได้มานั้น ไม่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหาเท่าที่ควรก็ต้องตัดออกไป หรือไม่เพียงพอก็ต้องหามาเพิ่มเติม

4. การกำหนดทางเลือก (Listing of alternatives) โดยกำหนดทางเลือกในการ แก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง ซึ่งทางเลือกแต่ละทางอาจใช้แก้ปัญหาได้ ถูกต้อง เหมาะสม ในระดับที่ต่างกัน

ดังนั้น เมื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาแล้ว จึงต้องจัดลำดับความสำคัญ และความเหมาะสม ในการแก้ปัญหาของทางเลือกนั้น ๆ ด้วย

5. การเลือกทางเลือก (Selection of alternative) เป็นการเลือกทางเลือกที่จะปฏิบัติการ

6. การปฏิบัติตามการตัดสินใจ (Implement of decision)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการคิดและการตัดสินใจโดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และวิธีการ แสวงหาข้อเท็จจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของ**การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์** ว่า หมายถึง การใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่กระทำ พฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้หลักเหตุผล ข้อมูล และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

6. แนวคิดเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักหลีกเลี่ยงการพูดถึงประเด็นทางจริยธรรม โดยให้เหตุผลว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นเพียงผู้ศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ แต่ในปัจจุบัน งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำไปยื่นขอสิทธิบัตรต่างๆ เพื่อการทำกำไรกันมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจึงไม่สามารถที่จะอ้างได้อีกต่อไปว่า งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องของผลประโยชน์ นอกจากนี้ ผลของการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ อย่างได้เข้ามามีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คนจำนวนมาก เรื่องราวของ GMO(สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม), IVF(เด็กหลอดแก้ว), BSE(โรควัวบ้า) ฯลฯ ต่างก็เข้ามารวมอยู่ในประเด็นการถกเถียงสาธารณะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ บรรดานักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายต่างก็ถูกนำเข้าไปเกี่ยวข้องด้วยอย่างลึกซึ้ง เรื่องของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ไม้อาจหลีกเลี่ยงที่จะไม่พูดถึงได้อีกต่อไป

จอห์น ซิแมน (Ziman. 2005 : Online) สมาชิกนักวิจัยแห่งราชสมาคมและศาสตราจารย์เกียรติคุณด้านฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยบริสตอล(Bristol) เสนอว่า นักวิทยาศาสตร์ควรมีท่าทีใหม่ ต่อจริยศาสตร์ ในฐานะที่เป็นเครื่องหมายอย่างหนึ่งของรากเหง้าความเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และบทบาทหน้าที่ของมันในสังคม เขากล่าวว่า ขณะที่กิจกรรมต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ได้ถักทอสายใยเข้ากับสังคมแน่นหนามากยิ่งขึ้น บรรดานักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจะต้องดำเนินบทบาทและท่าทีใหม่ ๆ ที่ซึ่งข้อพิจารณาทางจริยธรรมจะต้องไม่ถูกละเลยในฐานะที่ว่า มันไม่ใช่เรื่องของวิทยาศาสตร์อีกต่อไป

เพื่อความชัดเจนเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของจริยธรรม ตามความคิดของผู้รู้ในสาขาต่าง ๆ แล้วนำมาสังเคราะห์เพื่อใช้อ้างอิงในการกำหนดความหมายของ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะกล่าวถึงพอเป็นสังเขป ดังนี้

พระราชวรมุณี (2523 : 10) ให้ความหมายว่า จริยธรรมเป็นการปฏิบัติเพื่อเข้าถึงจุดหมาย คือ ทำให้หมดปัญหา

สาโรช บัวศรี (2523 : 18) ให้ความหมายว่า จริยธรรม คือ แนวทางในการปฏิบัติเพื่ออยู่ร่วมกันได้อย่างร่มเย็นในสังคม และจำแนกองค์ประกอบที่สำคัญของจริยธรรมไว้ 2 ประการ คือ 1) ศีลธรรม (Moral value) คือ สิ่งที่ควรงดเว้น สิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ 2) คุณธรรม (Ethical value) คือ สิ่งที่ควรปฏิบัติ ทั้งศีลธรรมและคุณธรรมรวมกันเป็นจริยธรรม

พระเมธีธรรมาภรณ์ (2538 : 18) กล่าวว่า จริยธรรม เป็นเรื่องของการฝึกนิสัยโดยทำบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ จนเป็นนิสัยแล้วกลายเป็นคุณธรรม เป็นการเริ่มจากภายนอกเข้าไปสู่ภายใน และเป็นลักษณะนิสัย เป็นคุณสมบัติที่ดีในจิตใจ

ทิตินา เขมมณี (2541 : 2) กล่าวว่า จริยธรรม เป็นการแสดงออกทางการประพฤติปฏิบัติ ซึ่งสะท้อนคุณธรรมภายในให้เห็นเป็นรูปธรรม

โคห์ลเบิร์ก (สุภาพร พิศาลบุตร. 2544 : 3; อ้างอิงจาก Kohlberg. 1976 : 45) กล่าวว่า จริยธรรม เป็นพื้นฐานของความยุติธรรม ซึ่งยึดถือเอาการกระจายสิทธิและหน้าที่อย่างเท่าเทียมกัน โดยมีได้หมายถึงกฎเกณฑ์ที่บังคับโดยทั่วไป แต่หมายถึงกฎเกณฑ์ซึ่งมีความสากลที่คนส่วนใหญ่รับได้ในทุกสถานการณ์ ไม่มีการขัดแย้งกัน เป็นอุดมคติ ดังนั้น พันธะทางจริยธรรมจึงเป็นการเคารพต่อสิทธิและข้อเรียกร้องของบุคคลอย่างเสมอภาคกัน

คาร์เตอร์ วี กูด (Carter V Good. 1973 : 373) กล่าวสรุปได้ว่า จริยธรรม หมายถึง การปรับพฤติกรรมให้เข้ากับกฎเกณฑ์ หรือมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง หรือดีงาม

เรสนิก (Resnik. 1998 :14) กล่าวว่าจริยธรรม คือ พฤติกรรมที่ยอมรับว่าดีหรือถูกต้อง ตามกฎเกณฑ์

จากความหมายของจริยธรรมข้างต้น สรุปได้ว่า จริยธรรม คือ แนวทางของการประพฤติปฏิบัติที่ถือว่าถูกต้องดีงาม และหลักเกณฑ์ที่สังคมใช้ตัดสินว่าการกระทำใดเป็นสิ่งที่ถูกต้องดีงามควรประพฤติ การกระทำใดเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องไม่ดีงามไม่ควรประพฤติ

จากความหมายของจริยธรรม ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนิยามความหมายของ **จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์** ว่า หมายถึง มาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม และใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์

เรสนิก (Resnik. 1998 : 53) กล่าวว่า มาตรฐานของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจากพื้นฐาน 2 ประการ คือ ศีลธรรม และวิทยาศาสตร์ นั่นคือ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่ควรล่องละเมิดต่อมาตรฐานทางศีลธรรมที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และควรส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เขากล่าวว่า หลักจริยธรรมในวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน

กระบวนการวิจัย การแสวงหาความรู้ และการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ประเภท อันได้แก่ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ซึ่งมีเป้าหมายอยู่ที่การพัฒนาความรู้ของมนุษย์ การพรรณนาธรรมชาติอย่างถูกต้องแม่นยำ การพัฒนาทฤษฎีและสมมติฐาน การสร้างคำพยากรณ์ที่เชื่อถือได้ การจัดข้อผิดพลาดและอคติ การสอนวิทยาศาสตร์ให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อไป และการให้ความรู้แก่สาธารณชนเกี่ยวกับความคิดและความจริงต่างๆ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ ได้แก่ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิศวกรรม การแพทย์ เศรษฐกิจ การเกษตร และการวิจัยประยุกต์ด้านอื่นๆ ซึ่งการแก้ปัญหาเหล่านั้นสามารถส่งเสริมสุขภาพและความสุขสบายของมนุษย์ อำนวยทางเทคโนโลยี การควบคุมธรรมชาติ และอื่นๆ มี 12 ประการ ได้แก่

1. ความซื่อสัตย์ (Honesty) นักวิทยาศาสตร์ไม่ควร กุ สร้าง หรือบิดเบือน ข้อมูลหรือผลการศึกษาวิจัย ไม่ควรมีอคติ ความลำเอียง และพูดแต่ความจริงในทุกด้านของกระบวนการวิจัย ความร่วมมือและความเชื่อถือซึ่งกันและกันเป็นสิ่งที่จำเป็นในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่ซื่อสัตย์ความเชื่อถือกันก็จะถูกทำลายลง การแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาจะไม่ก้าวหน้า หลักจริยธรรมข้อนี้ จึงเป็นข้อปฏิบัติที่สำคัญมากที่สุด ในวิทยาศาสตร์ เพราะถ้าไม่ปฏิบัติตามก็จะไม่สามารถบรรลุถึงเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ได้ (Resnik. 1998 : 53-54 ;citing Committee on the Conduct of Science. 1994. *On Being a Scientist*. 2nd ed. ; Whitbeck. 1995. *Science and Engineering Ethics* 1. pp. 403-416) ทุกคนรวมทั้งนักวิทยาศาสตร์จึงควรพูดแต่ความจริง

2. ความระมัดระวัง รอบคอบ (Carefulness) นักวิทยาศาสตร์ควรหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำเสนอผล ซึ่งทำได้โดยการลดขนาดของข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับการทดลอง วิธีปฏิบัติ และมนุษย์ลงให้เหลือน้อยที่สุด หลีกเลี่ยงการหลอกตนเอง อคติ และความขัดแย้งในเรื่องผลประโยชน์

ความระมัดระวัง รอบคอบ เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความร่วมมือและความเชื่อถือระหว่างนักวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรทางวิทยาศาสตร์ (Resnik. 1998 : 56 ;citing Whitbeck. 1995. *Science and Engineering Ethics* 1. pp. 403-416) ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้ผลการวิจัยของคนอื่น จะยอมรับกันโดยปริยายว่างานวิจัยนั้นไม่เป็นโมฆะ นี่เป็นสมมติฐานสำคัญที่ต้องสร้างขึ้น เนื่องจากจะเป็นการเสียเวลาอย่างมาก หากจะต้องตรวจสอบความผิดพลาดของงานวิจัยทุกชิ้นที่นำมาใช้ ดังนั้นถ้าขาดความระมัดระวัง รอบคอบและปล่อยให้มีผิดพลาดเกิดขึ้นทั่วไปในกระบวนการวิจัย นักวิทยาศาสตร์จะไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่สำคัญนี้ได้ และเกิดความไม่เชื่อถือซึ่งกันและกัน ทำให้ต้องเสียเวลาและพลังงานในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

3. ความเปิดเผย (Openness) นักวิทยาศาสตร์ควรแบ่งปันข้อมูล ผลการศึกษาวิจัย วิธีการ ความคิด เทคนิค และเครื่องมือ และควรจะอนุญาตให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นตรวจสอบ วิจารณ์ งานของตน และเปิดรับข้อวิจารณ์และความคิดใหม่ ๆ

ความเปิดเผยช่วยส่งเสริมความก้าวหน้าทางความรู้ ด้วยการอนุญาตให้นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบและวิจารณ์งานของกันและกัน (Resnik. 1998 : 58 ; citing Munthe; & welin. 1996. *Science and Engineering Ethics* 2. pp. 411-428) ความเปิดเผยช่วยป้องกัน วิทยาศาสตร์จากความคิดว่าตนเองถูกเสมอ การไม่พินิจพิจารณา และความลำเอียง นอกจากนี้ความเปิดเผย ยังช่วยให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า โดยช่วยสร้างบรรยากาศความร่วมมือและความไว้วางใจ และช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Resnik. 1998 : 58 ; citing Bird; & Houseman. 1995. *Science and Engineering Ethics* 1. pp. 371-382) เมื่อนักวิทยาศาสตร์ทำงาน ร่วมกัน ใช้ข้อมูลและทรัพยากรร่วมกัน ความรู้ที่ได้รับจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานโดยลำพัง

4. เสรีภาพ (Freedom) นักวิทยาศาสตร์ควรมีเสรีภาพในการดำเนินการวิจัยในทุกปัญหา และสมมติฐาน และควรได้รับอนุญาตให้ปฏิบัติตามความคิดใหม่ ๆ และวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเก่า

เสรีภาพช่วยส่งเสริมการบรรลุถึงเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ทาง เช่น 1) เสรีภาพมีบทบาทสำคัญในการขยายความรู้ โดยอนุญาตให้นักวิทยาศาสตร์ดำเนินตามความคิดใหม่ และทำงานบนปัญหาใหม่ 2) เสรีภาพทางความคิดมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนความ สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Resnik. 1998 : 59-60 ; citing Kantorovich. 1993. *Scientific Discovery*. ; Shadish; & Fuller. 1993. *The Social Psychology of Science*.) ความสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์จะหยุดนิ่งหรือเฉื่อยชาลงในเรื่องแวดล้อมที่เผด็จการหรือบีบบังคับจนเกินไป เมื่อสังคม กำจัดขอบเขตของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ก็จะค่อย ๆ อ่อนแอลงไป ซึ่งนั่นคือการ ทำลายวิทยาศาสตร์ลงอย่างลับ ๆ นั่นเอง (Resnik. 1998 : 60 ; citing Merton. 1973. *Sociology of Science*.) 3) เสรีภาพมีบทบาทสำคัญในการรับรองความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการอนุญาตให้ นักวิทยาศาสตร์วิพากษ์วิจารณ์หรือหาข้อผิดพลาดและคัดค้านความคิดและสมมติฐานเก่าได้

เสรีภาพก็เช่นเดียวกับความเปิดเผย ที่ช่วยให้วิทยาศาสตร์พ้นจากความหยุดนิ่ง ความคิดว่าตนเองถูกต้องที่สุด และอคติ (Resnik. 1998 : 60 ; citing Feyerabend. 1975. *Against Method*.) เสรีภาพที่ควรมีในการวิจัย ได้แก่ เสรีภาพทางความคิด เสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น และเสรีภาพในการแสวงหาความรู้

5. การให้เกียรติ (Credit) แม้ว่าหลักจริยธรรมข้อนี้จะได้ส่งเสริมความก้าวหน้าทาง ความรู้ หรือเป้าหมายของวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่มันช่วยกระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการวิจัย ช่วยส่งเสริมความร่วมมือ ความเชื่อถือ และเป็นหลักประกันว่า การเปรียบเทียบเพื่อการรับรางวัลจะ

ยุติธรรม (Resnik. 1998 : 61 ; citing Hull.1988. *Science as a Process*.) รางวัลในวิทยาศาสตร์นั้น รวมถึงการยอมรับ การเคารพ ชื่อเสียง เงินทอง และของรางวัล

ถ้าไม่มีการให้เกียรติกันในวงการวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์อาจไม่มีแรงกระตุ้นในการทำวิจัย และอาจไม่เต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลข่าวสาร เนื่องจากกลัวว่าความคิดของตนเองจะถูกขโมย นอกจากนี้การให้เกียรติยังมีบทบาทสำคัญในการลงโทษนักวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของงานวิจัยมีข้อบกพร่องและมีผู้ต้องการรู้ว่าใครควรเป็นผู้รับผิดชอบเพื่อให้ความผิดพลาดได้รับการแก้ไขหรือให้บุคคลนั้นถูกลงโทษ ด้วยเหตุนี้ เกียรติและความรับผิดชอบจึงควรเป็น 2 สิ่งที่สำคัญ (Resnik. 1998 : 62 ; citing Kennedy. 1985. *On Academic Authorship*.) ทุกคนรวมทั้งนักวิทยาศาสตร์ควรได้รับเกียรติเป็นรางวัลสำหรับผลงานและความพยายามของเขา

6. การให้การศึกษา (Education) นักวิทยาศาสตร์ควรให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ แก่ผู้ที่เข้ามาเป็นนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

การให้ศึกษามีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นวิธีการดึงดูดความสนใจให้คนใหม่ ๆ เข้ามาสู่วิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการให้การศึกษาอย่างเป็นทางการ เช่น การสอนในโรงเรียน และการให้ศึกษาอย่างไม่เป็นทางการ เช่น การฝึกอบรม นอกจากนี้ การลอกเลียนแบบ การฝึกหัด การฝึกงาน ก็เป็นวิธีที่สามารถทำให้มีทักษะและความรู้ความเข้าใจในวิธีปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นได้ ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี เมื่อเรียนจากตำรา หรือฟังคำบรรยาย ก็จะสามารถขยายความรู้ออกไปอย่างกว้างขวางได้โดยปริยาย (Resnik. 1998 : 63 ; citing Khun. 1970. *The Structure of Scientific Revolution*. ; 1977. *The Essential Tension*. ; Kitcher. 1993. *The Advancement of Science*.)

นักวิทยาศาสตร์สามารถให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ประชาชน ผ่านทางหนังสือ บทความในวารสาร โทรทัศน์ และอื่น ๆ ประชาชนที่มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์จะได้รับประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ และจะเสียประโยชน์ถ้าปฏิเสธวิทยาศาสตร์

7. ความรับผิดชอบต่อสังคม (Social Responsibility) นักวิทยาศาสตร์ควรสร้างประโยชน์ให้สังคม หลีกเลี่ยงมูลเหตุที่จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่สังคม ให้ข้อมูลแก่ประชาชนเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้นตามมาจากการวิจัย และรับผิดชอบต่อผลที่ตามมาจากการวิจัยนั้น

ความรับผิดชอบต่อสังคม มีความหมายว่า นักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ศึกษา วิจัยในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม เข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปรายสาธารณะ ให้การเป็นพยาน(ถ้าได้รับการร้องขอ) ช่วยสร้างนโยบายทางวิทยาศาสตร์ และเปิดโปงเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรแสวงหาความรู้โดยไม่คำนึงถึงความวิตกกังวลของบุคคลอื่นต่อผลที่จะเกิดตามมาจากการวิจัยของตน หรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสังคม

8. ความถูกต้องกฎหมาย หรือการถือตามแบบแผนกฎหมายอย่างเคร่งครัด (Legality)

กฎหมายเกี่ยวข้องกับการวิจัยในหลายด้าน เช่น การใช้สารควบคุมที่เสี่ยงอันตราย การใช้คนและสัตว์ในการทดลอง การกำจัดของเสีย การจ้างงาน การจัดสรรเงินทุน ลิขสิทธิ์และสิทธิบัตร ทุกคนรวมทั้งนักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ทางจริยธรรมที่จะต้องทำตามกฎหมาย ถ้านักวิทยาศาสตร์ไม่ทำตามกฎหมาย วงการวิทยาศาสตร์อาจต้องเผชิญกับความเสียหายอย่างใหญ่หลวง นักวิทยาศาสตร์อาจถูกจับกุม ถูกริบอุปกรณ์ ถูกปฏิเสธการให้การสนับสนุนด้านเงินทุน และการสนับสนุนจากประชาชนทั่วไปที่มีต่อวิทยาศาสตร์อาจค่อย ๆ ลดน้อยลง (Resnik. 1998 : 65 ; citing PSRCR. 1992.) ในกระบวนการวิจัย นักวิทยาศาสตร์ควรทำตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับงานของพวกเขา

9. โอกาส (Opportunity) นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรถูกปฏิเสธโอกาสที่จะได้ใช้ทรัพยากรทางวิทยาศาสตร์หรือความก้าวหน้าในวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่เป็นธรรม

โอกาส จัดเป็นศีลธรรม หรือนโยบายขั้นพื้นฐาน ถ้าทุกคนในสังคมไม่ควรได้รับการปฏิเสธโอกาสโดยไม่เป็นธรรม นักวิทยาศาสตร์ในฐานะสมาชิกของสังคมก็ควรได้รับการปฏิบัติเช่นเดียวกัน (Resnik. 1998 : 65 ; citing Rawls. 1971. *A theory of Justice*.) โอกาสก็เช่นเดียวกับความเปิดเผย ที่ช่วยเปิดสังคมวิทยาศาสตร์สู่ประชาชน และความคิดใหม่

10. การเคารพซึ่งกันและกัน (Mutual Respect) นักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติต่อเพื่อนร่วมงานด้วยความเคารพ

หลักจริยธรรมข้อนี้เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้บรรลุถึงเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสังคมวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความร่วมมือและความเชื่อถือซึ่งกันและกัน ซึ่งจะถูกทำลายลงเมื่อนักวิทยาศาสตร์ไม่เคารพผู้อื่น (Resnik. 1998 : 67 ;citing Whitbeck. 1995. *Science and Engineering Ethics* 1. pp. 403-416) หลักจริยธรรมข้อนี้ชี้ว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรทำร้ายกันและกันทั้งทางร่างกายและจิตใจ ควรเคารพในความเป็นส่วนตัวของกันและกัน และไม่ควรแทรกแซงการทดลองหรือผลงานของผู้อื่น ถ้าหากไม่มีการเคารพซึ่งกันและกัน สังคมวิทยาศาสตร์จะยุ่งเหยิงและการดำเนินไปสู่เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ก็จะช้าลง

11. ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) นักวิทยาศาสตร์ควรใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรต่าง ๆ เช่น เงินทุน ทรัพยากรมนุษย์ และเทคโนโลยี พวกเขาจึงต้องใช้มันอย่างเฉลียวฉลาด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ถึงแม้ว่าหลักจริยธรรมข้อนี้จะดูเหมือนว่าค่อนข้างธรรมดาและไม่เห็นเด่นชัด แต่ก็มีความสำคัญเพราะว่าการปฏิบัติหลาย ๆ อย่างสามารถถูกมองได้ว่าเป็นปัญหาทางจริยธรรม เนื่องจากทำให้การสิ้นเปลืองทรัพยากร การเผยแพร่ผลงานที่ไม่มีประสิทธิภาพก็อาจถูกมองได้ว่าขาดจริยธรรม เช่น งานวิจัยบางชิ้น

ควรตีพิมพ์เพียง 1 ฉบับ แต่บางครั้งถูกแบ่งออกเป็น 3 หรือ 4 หรือ 5 ฉบับ นอกจากนี้ ในบางครั้ง นักวิทยาศาสตร์ยังใช้ข้อมูลเดิมเขียนรายงานหลาย ๆ ชิ้น โดยเปลี่ยนแปลงวิธีการเขียนหรือการนำเสนอ ซึ่งทั้ง 2 กรณีนี้ อาจถูกพิจารณาว่าขาดจริยธรรมเนื่องจากการทำให้สิ่งเปลี่ยนแปลงทรัพยากรของสังคมวิทยาศาสตร์ (Resnik. 1998 : 67 ; citing Huth. 1986. *Annals of Internal Medicine*. pp. 257-259)

12. การเคารพในผู้ที่รับการทดลอง (Respect for subjects) นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรล่วงละเมิดสิทธิ และเกียรติของผู้ที่เข้ารับการทดลอง และควรปฏิบัติต่อสัตว์ที่ใช้ในการทดลองอย่างเหมาะสม เคารพ และระมัดระวัง

หลักจริยธรรมข้อนี้จัดเป็นศีลธรรมขั้นพื้นฐาน หากเราถือว่ามนุษย์มีสิทธิขั้นพื้นฐานบางอย่างโดยกำเนิด เมื่อใช้มนุษย์ในการทดลองนักวิทยาศาสตร์ก็ควรล่วงละเมิดสิทธิและเกียรติยศนั้น (Resnik. 1998 : 59-60 ; citing Jonas. 1969. *Daedalus*. pp. 219-247) และหากเราถือว่าสัตว์ก็มีสิทธิพื้นฐานบางอย่างเหมือนกัน ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ควรปฏิบัติต่อสัตว์ทดลองอย่างเหมาะสมด้วยความเคารพ และระมัดระวัง (Resnik. 1998 : 59-60 ; citing LaFollette; & Shanks. 1996. *Brute Science*.) ในหลาย ๆ สังคมมีกฎหมายคุ้มครองมนุษย์และสัตว์ทดลอง นักวิทยาศาสตร์จึงต้องปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์และสัตว์ด้วย นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติโดยไม่เคารพต่อมนุษย์และสัตว์ทดลอง ยังอาจได้รับความโกรธแค้นจากประชาชน

7. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการนำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่แก่นักเรียนไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ในการจัดการเรียนการสอนมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันอยู่ 2 ประการ คือ ผู้เรียนกับกระบวนการเรียนรู้ และผู้สอนกับกระบวนการสอน

กระบวนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนและวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้เพื่อช่วยให้ตนเองเกิดการเรียนรู้ ส่วนกระบวนการสอน เป็นขั้นตอนและวิธีการดำเนินการของผู้สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องอาศัย ความรู้ ความคิด ความเชื่อ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยทั้ง 2 ประการ ดังกล่าว

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลขั้นตอนและวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้เพื่อช่วยให้ตนเองเกิดการเรียนรู้ คือ

7.1 แบบการเรียนรู้

แบบการเรียนรู้เป็นลักษณะความชอบของแต่ละบุคคลที่แสดงออกทางพฤติกรรมในการรับรู้ การแก้ปัญหา การคิด การเรียบเรียงข้อมูลความรู้ ภายใต้เงื่อนไขของ สภาพแวดล้อม อารมณ์ สังคม ความพร้อมทางด้าน ร่างกายและจิตใจ ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของบุคคลนั้น

อาร์มสตรอง และซาเวย์ (สุนทร อิศริยะชัยกุล. 2541 : 10 ; อ้างอิงจาก Armstrong; & Savage. 1994. *And Introduction The Edition*) กล่าวว่า การเรียนรู้ไม่อาจเกิดขึ้นได้ ถ้าขาดความสนใจที่จะปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และในการวางแผนจัดการเรียนการสอน ครูที่มีประสบการณ์ย่อมตระหนักและเข้าใจถึงความแตกต่างของนักเรียนในชั้นเรียนที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ยิ่งครูเข้าใจถึงความแตกต่างดังกล่าวมากเท่าไร ยิ่งทำให้การจัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แม็คคาร์ธี (สาลี ทองธิว. 2545 : 107-108 ; อ้างอิงจาก McCarthy .1990 : 31-37) แบ่งแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 แบบ คือ

1. แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบทำงานหรือคิดในแนวที่แตกต่างไปจากกลุ่มปกติ นักเรียนในแบบการเรียนรู้แบบนี้สามารถรับรู้ข้อมูลที่เป็นนามธรรมได้ดีแต่จะคิดวิเคราะห์แบบตอบโต้กับข้อมูลที่ได้ ทำให้บ่อยครั้งไม่สามารถยอมรับข้อความรู้ที่ได้รับ เรียนรู้ได้ช้าหรือไม่ได้เลยในบริบทของห้องเรียนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยตรงจากครูโดยไม่คำนึงถึงประสบการณ์พื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่หรือในห้องเรียนที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด ส่งผลให้ครูที่ยึดมั่นกับการเรียนการสอนในแนวอนุรักษนิยมมองว่านักเรียนในกลุ่มนี้เจ้าปัญหาที่มีกฎเกณฑ์การเรียนรู้ที่เคร่งครัดไว้ให้

2. แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสนใจวิเคราะห์และศึกษาอย่างเป็นระบบ นักเรียนในกลุ่มนี้สามารถเรียนรู้ได้ทั้งความรู้ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ทั้งยังสามารถทำการวิเคราะห์ได้ตามขั้นตอนและกรอบที่ครูกำหนดให้เป็นอย่างดี นักเรียนกลุ่มนี้สามารถเรียนรู้ได้ดีทั้งในห้องเรียนแบบอนุรักษนิยมที่มีครูเป็นหลักในการถ่ายทอดความรู้ สนใจรายละเอียดของข้อความรู้และพอใจที่ได้รับการชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ

3. แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบที่จะเรียนรู้สิ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและทันทีจากการเรียนการสอน นักเรียนในกลุ่มนี้สามารถเรียนรู้ข้อความรู้ที่เป็นนามธรรมได้ดี และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับโลกการทำงานได้ดีด้วยเช่นกัน นักเรียนกลุ่มนี้จะสับสนถ้าการเรียนการสอนของครูเน้นแต่การบรรยายให้ความรู้โดยไม่คำนึงถึงการแนะแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงประกอบไปด้วย

4. แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบเรียนรู้เองจากการลงมือปฏิบัติหรือแสวงหาข้อความรู้นั้นด้วยตนเอง นักเรียนกลุ่มนี้เรียนรู้จากการกระทำ และจะตื่นเต้นเมื่อพบข้อความรู้ใหม่ ๆ จากการทดลองของตน นักเรียนเหล่านี้จะเบื่อการเรียนที่ซ้ำซาก จำเจ หรือเป็นการเรียนรู้ข้อความรู้ที่ครูเป็นผู้บอก ไม่ชอบการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการหรือเป็นขั้นตอนที่ตายตัว

ไรท์แมน และกราซา (Riding; & Rayner. 1999 : 71 ; citing Grasha; & Reichman. 1980. *Student Learning styles Questionnaire.*) แบ่งกลุ่มผู้เรียนในชั้นเรียนตามแบบการเรียนรู้ ออกเป็น 6 แบบ คือ

1. แบบมีส่วนร่วม (Participant style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะ ต้องการรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ของวิชาที่เรียน ต้องการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน ชอบเรียน ว่าง่ายและทำตามคำแนะนำ

2. แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะ ไม่ปรารถนาที่จะรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ของวิชาเรียน ไม่ชอบห้องเรียน ไม่สนใจเรียน ไม่ชอบทำตามคำแนะนำ

3. แบบร่วมมือ (Collaborative style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะ ชอบเข้าร่วมกิจกรรม ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น ชอบการมีปฏิสัมพันธ์ ชอบทำงานเป็นกลุ่ม

4. แบบแข่งขัน (Competitive style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะ ชอบการแข่งขันและยึด ตนเองเป็นศูนย์กลาง ชอบเอาชนะผู้อื่น ชอบกิจกรรมที่มีการแข่งขันแพ้-ชนะ ชอบการแข่งขันกันเป็นกลุ่ม

5. แบบอิสระ (Independent style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะชอบทำงานด้วยตนเอง รับผิดชอบต่อหน้าที่ มีความกระฉับกระเฉง มีอิสระทางความคิด

6. แบบพึ่งพา (Dependent style) เป็นกลุ่มที่มีลักษณะเชื่อฟังคำแนะนำของครู ต้องการความช่วยเหลือและการกระตุ้นจากภายนอก เชื่องช้าและไม่ค่อยมีความอยากรู้อยากเห็น ต้องการเรียนเฉพาะที่กำหนดในห้องเรียน ต้องการทำงานตามคำบอก

คอล์บ (Riding and Rayner. 1999 : 54-56 ; citing Kolb. 1976. *Learning Styles Inventory :Technical Manual.*) แบ่งแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ตามแบบการคิด (Cognitive styles) ออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบคิดนอกเนกนัย (Divergent style) คอล์บ ให้ชื่อบุคคลที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้ว่า นักคิดนอกเนกนัย(Diverger) เป็นคนที่มีความสามารถในการสรุปและสังเคราะห์ได้ดี ปรับตัวได้ดี ชอบ สังคม มีความสามารถในการสร้างจินตนาการและสร้างความคิดใหม่ๆ ไม่มีระเบียบแบบแผน ไม่มีแผนการ ใช้ความรู้ลึกมากกว่าเหตุผล ไม่ชอบทฤษฎี

2. แบบคิดเอกนัย (Convergent style) คอล์บ เรียกบุคคลที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้ว่า นักคิดเอกนัย (Converger) เป็นผู้ที่มีความสามารถในการสรุปและสังเคราะห์ได้ดี ชอบทำงานด้าน เทคนิคและแก้ปัญหาต่าง ๆ มากกว่าการสัมพันธ์กับผู้คนและเรื่องทางสังคม

3. แบบซึมซับ (Assimilative style) คอลบ ให้ชื่อบุคคลที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้นักซึมซับ (Assimilator) เป็นผู้ที่สนใจกับผู้คนและประสบการณ์จริงค่อนข้างน้อยแต่จะสนใจหลักการเชิงนามธรรมมากกว่า ให้ความสำคัญกับความมีเหตุผลของทฤษฎีมากกว่าการนำเอาทฤษฎีไปใช้ในทางปฏิบัติ

4. แบบปรับปรุง (Accommodative style) คอลบ ให้ชื่อบุคคลที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้ว่า นักปรับปรุง (Accommodator) เป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้จากการกระทำ ชอบลงมือปฏิบัติ ชอบทดลอง และทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องปรับตัว ชอบจัดการตามที่วางแผนไว้ให้สำเร็จ ชอบทำงานกับบุคคล มีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการที่ตนนึกคิดขึ้นมาเองมากกว่าจะตั้งอยู่บนฐานของการวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล เข้ากับคนง่ายแต่ไม่อดทน ใจร้อนและดื้อดัน

ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ของนักเรียน จะช่วยให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

7.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

นักคิด นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ ได้ค้นพบความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้และมีการถ่ายทอดสิ่งสมกันมาเป็นลำดับ จนทำให้ในปัจจุบันมีทฤษฎีการเรียนรู้และหลักการเรียนรู้เป็นจำนวนมาก สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา และทฤษฎีการเรียนรู้มาเป็นแนวทางในการกำหนดสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

7.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of intellectual development)

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 64-68) และ ทิศนา แหมมณี (2545 : 17) กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสำคัญดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย มีลำดับขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะดังนี้

3.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาเก็บสะสมไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือกระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืน ก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้ง ทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

7.2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner. 1963 : 1-54) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของคน โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้น สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) เป็นการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่างๆ การลงมือกระทำจะช่วยให้เด็กเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดี พัฒนาการนี้เริ่มตั้งแต่เด็กแรกเกิดและจะพัฒนาได้เต็มที่เมื่อมีอายุประมาณ 2 ปี กระบวนการนี้จะไม่หยุดอยู่เพียงช่วงอายุใดช่วงอายุหนึ่ง แต่จะดำเนินต่อไปตลอดชีวิต นั่นคือคนจะใช้วิธีการเรียนรู้จากการกระทำมาใช้ในช่วงใดของชีวิตก็ได้

2. ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถใช้จินตนาการและสร้างภาพในใจได้โดยไม่ต้องลงมือกระทำ เด็กสามารถนำสิ่งที่เห็นในโลกภายนอกและสิ่งที่อยู่ในใจมาผสมผสานและจัดลำดับให้เป็นระเบียบเข้าด้วยกัน และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้ ขั้นพัฒนาการนี้จะเกิดขึ้นในเด็กอายุ 2 ปี และพัฒนาเพิ่มขึ้นตามอายุ จนถึงอายุประมาณ 7 ปี จะมีพัฒนาการได้สูงสุด

3. ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) บรูเนอร์ถือว่าขั้นนี้เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถคิดหาเหตุผล และเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถแก้ปัญหาได้

หลังจากผ่านพัฒนาการทั้ง 3 ขั้นแล้ว ความเจริญงอกงามทางสติปัญญาจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมของบุคคล การสอนในโรงเรียน นอกจากนี้ ภาษาและองค์ประกอบอื่น ก็มีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของคนด้วย

ตามแนวคิดของบรูเนอร์ กระบวนการเรียนรู้เป็นการผสมผสานกระบวนการต่างๆ 3 กระบวนการเข้าด้วยกัน ซึ่งกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ อาจเกิดขึ้นพร้อมกัน หรือเกิดขึ้น เรียงตามลำดับ ดังนี้

1. การรับความรู้ใหม่ (Acquisition of knowledge) เป็นกระบวนการรวบรวมความรู้ใหม่เข้าแทนที่ความรู้เก่า ทำให้ความรู้เดิมที่มีอยู่ละเอียดลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือไม่ก็อาจขัดกับความรู้เดิม จึงต้องมีการจัดโครงสร้างของความรู้ที่ได้รับมาให้เป็นระเบียบมากขึ้น

2. การแปลงความรู้ (Transformation of knowledge) เป็นกระบวนการการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ได้รับมานั้นให้เป็นประโยชน์ต่อประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่อาจแปลงโดยวิธีการขยายความรู้ ผสานความรู้เดิมให้สัมพันธ์หรือต่อเนื่องกับสถานการณ์ใหม่

3. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินว่าสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นเป็นสิ่งที่ดีหรือไม่ดี หรือทำให้การเรียนรู้ก้าวหน้าขึ้นหรือไม่ เป็นการตัดสินใจว่าความรู้ที่นั้นถูกต้องหรือไม่

บรูเนอร์ได้เสนอหลักการสำคัญในการจัดการศึกษาว่า ควรคำนึงถึงทฤษฎีพัฒนาการในการกำหนดเนื้อหาความรู้กับวิธีการสอน กล่าวคือ การนำเนื้อหาใดมาสอนเด็กนั้น ควรพิจารณาดูว่าเด็กมีพัฒนาการอยู่ในระดับใด มีความสามารถเพียงใดก็ปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนหรือที่จะรับรู้ได้ โดยใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเด็กในวัยนั้น ซึ่งโดยวิธีการนี้ ครูสามารถสอนได้โดยไม่ต้องรอให้เด็กมีความพร้อมก่อน ซึ่งความพร้อมในที่นี้ บรูเนอร์หมายถึง ความสามารถที่เด็กจะเรียนทักษะอย่างง่าย ๆ ได้ก่อน และทักษะอย่างง่ายนี้จะพื้นฐานของทักษะที่ยากต่อไป บรูเนอร์เห็นว่า ในการจัดการศึกษานั้นควรจัดให้เนื้อหาวิชาต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ และให้มีความลึกซึ้งซับซ้อน และกว้างขวาง ออกไปตามประสบการณ์ของผู้เรียน

7.2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมีจริงและสิ่งต่าง ๆ มีอยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านั้นมิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นมาจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายของสิ่งเดียวกันแตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย สิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับการให้ความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น (พิศนา แหมมณี. 2545 : 92-94 ; อ้างอิงจาก Duffy; & Jonassen.1992 : 3-4)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และของวีก็อตสกี (Vygotsky) ซึ่งเพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซับหรือการดูดซึม และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วัฒนธรรม และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวีก็อตสกีนั้นให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญทางการคิดและการพัฒนาสติปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการ ทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน วีก็อตสกี (Vygotsky, 1978 : 84-91) ยังได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” โดยอธิบายว่า เด็กทุกคนมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึง ช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะพัฒนาหรือเจริญเติบโตไปได้นี้เรียกว่า “zone of proximal development” หรือ “zone of proximal growth” ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ในการจัดการเรียนรู้ วีก็อตสกี กล่าวว่า โดยปกติเรามักใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก เพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาว่า สิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้นผลการวัดจึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้ว คือเป็นระดับพัฒนาการที่เด็กบรรลุหรือไปถึงแล้ว การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับเป็นการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น เขาจึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้

7.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

ทิศนา ขัมมณี (2545 : 89-101; อ้างอิงจาก Johnson; & Johnson. 1994 : 31-37)

กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า นักการศึกษาคนสำคัญที่เผยแพร่แนวความคิดนี้ คือ สลาบิน (Slavin), เดวิด จอห์นสัน (David Johnson), และ รอเจอร์ จอห์นสัน (Roger Johnson) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป เรามักมุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเป็นมิติที่ถูกละเลยหรือมองข้ามไปต่างๆ ที่ผลการวิจัยชี้ชัดเห็นว่า ความรู้สึกของผู้เรียนต่อตนเอง โรงเรียน ครู และเพื่อนร่วมชั้น มีผลต่อการเรียนรู้มาก

ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน มี 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะแข่งขันกัน คือ ผู้เรียนแต่ละคนจะพยายามเรียนให้ได้ดีกว่าคนอื่น เพื่อให้ได้คะแนนดี ได้รับการยกย่อง หรือได้รับการตอบแทนในลักษณะต่างๆ
2. ลักษณะต่างคนต่างเรียน คือ แต่ละคนต่างก็รับผิดชอบดูแลตนเองให้เกิดการเรียนรู้ ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น
3. ลักษณะร่วมมือกัน คือแต่ละคนต่างก็รับผิดชอบในการเรียนรู้ของตน และในขณะเดียวกันก็ต้องช่วยให้สมาชิกคนอื่นเรียนรู้ด้วย

จอห์นสัน และจอห์นสัน ชี้ให้เห็นว่า การศึกษาในปัจจุบันมักส่งเสริมการเรียนรู้แบบแข่งขัน ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเคยชินต่อการแข่งขันเพื่อแย่งชิงผลประโยชน์มากกว่าการร่วมมือกันแก้ปัญหา เขาแสดงความเห็นว่า เราควรให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้ง 3 ลักษณะ โดยให้รู้จักใช้ลักษณะการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ ทั้งนี้เพราะในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนจะต้องเผชิญสถานการณ์ที่มีทั้ง 3 ลักษณะ แต่เนื่องจากการศึกษาในปัจจุบัน มีการส่งเสริมการเรียนรู้แบบแข่งขันและแบบรายบุคคลอยู่แล้ว เราจึงจำเป็นต้องหันมาส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งได้เรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตด้วย

องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ ไม่ได้มีความหมายเพียงการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่ม แล้วให้ทำงานแล้วบอกให้ผู้เรียนช่วยกันทำงานเท่านั้น การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ ดังนี้

1.1 การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive interdependence)

กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำคัญของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะเดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน และในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน

1.2 การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-face promotive interaction)

การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพา ช่วยเหลือเกื้อกูลกันเป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางที่จะช่วยเหลือให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ใ้วางใจ ส่งเสริมและช่วยเหลือกันในการทำงานต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

1.3 ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability)

สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

1.4 การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย

(Inter personal and small-group skills)

การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และใ้วางใจกันและกัน ต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมี

1.5 การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group processing)

กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุม การวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้ อาจทำโดยครู หรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (metacognition) คือ สามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

จากทฤษฎีการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ ควรจัดเนื้อหาวิชาให้มีความต่อเนื่องกัน ส่วนจะนำเนื้อหาใดมาสอนนั้น ควรพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับใด มีความสามารถเพียงใด แล้วปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะเรียนทักษะอย่างง่าย ๆ ได้ก่อน และทักษะอย่างง่ายนี้จะเป็นพื้นฐานของทักษะที่ยากต่อไป และในการเรียนการสอน ถ้านักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถศึกษา สืบค้น ทดลอง จัดกระทำ วิเคราะห์ สิ่งนั้น ก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจขึ้น และในการเรียนรู้อย่างกล่าว ถ้านักเรียนได้เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มซึ่งเป็นกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนก็จะได้เรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตด้วย

7.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรม

จริยธรรม คือ การกระทำที่ถือว่าถูกต้อง ดีงาม และหลักเกณฑ์ที่สังคมใช้ตัดสินว่าการกระทำใดเป็นสิ่งที่ถูกต้อง ดีงาม ควรปฏิบัติ การกระทำใดเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ไม่ดีงาม ไม่ควรปฏิบัติ

พระราชวรมูณี (ประยุทธ์ ปยุตโต. 2523 : 11-12) แบ่งจริยธรรมออกเป็น 2 ลักษณะ คือ จริยธรรมภายนอก เป็นจริยธรรมที่บุคคลแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้ และ จริยธรรมภายใน เป็นจริยธรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด หรือทัศนคติของบุคคล ซึ่งจริยธรรมภายใน จะเป็นพื้นฐานทำให้เกิดจริยธรรมภายนอก

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2524 : 23) แบ่งลักษณะทางจริยธรรมของบุคคลออกเป็น 4 ด้าน คือ

1) ความรู้เชิงจริยธรรม คือ การมีความรู้ไว้ในสังคมของตนเอง การกระทำใดที่ดีควรกระทำ การกระทำใดที่ไม่ดีควรเว้น ปริมาณความรู้เชิงจริยธรรมจะขึ้นอยู่กับอายุ ระดับการศึกษา และพัฒนาการทางสติปัญญา

2) ทัศนคติเชิงจริยธรรม หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะหรือพฤติกรรมเชิงจริยธรรมด้านต่าง ๆ ว่าตนชอบหรือไม่ชอบลักษณะนั้น ๆ เพียงใด ทัศนคติเชิงจริยธรรมของบุคคลเกี่ยวข้องกับค่านิยมในสังคมนั้น ๆ ทัศนคติเชิงจริยธรรมจะเปลี่ยนไปได้ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

3) เหตุผลเชิงจริยธรรม หมายถึง การที่บุคคลใช้เหตุผลในการเลือกที่จะกระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

4) พฤติกรรมเชิงจริยธรรม หมายถึง การที่บุคคลแสดงพฤติกรรมที่บุคคลในสังคมนิยมชมชอบ หรือดเว้นการแสดงพฤติกรรมที่ฝ่าฝืนกฎเกณฑ์หรือค่านิยมในสังคมนั้น

กองการวิจัยทางการศึกษา (2527 : 144-145) แบ่งองค์ประกอบทางจริยธรรมออกเป็น 2 ด้าน

1) องค์ประกอบด้านค่านิยมทางจริยธรรม มีลักษณะเป็นความเชื่อ ความเห็นคุณค่า ความพอใจ ปราบปรามที่จะยึดถือหลักจริยธรรมต่าง ๆ เข้าไว้ในลักษณะนิสัยและบุคลิกภาพของตน ค่านิยมนี้ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่จะมีอิทธิพลเป็นแรงจูงใจให้บุคคลมีความโน้มเอียงที่จะประพฤติปฏิบัติถูกต้อง ดีงาม สอดคล้องกับค่านิยมที่ตนยึดถือ

2) องค์ประกอบด้านพฤติกรรมจริยธรรม เป็นส่วนที่เป็นมาตรฐานของความประพฤติที่สังคมต้องการ การกระทำใด ๆ ของบุคคล ถ้าสอดคล้องกับมาตรฐานของการประพฤติถูกต้อง ดีงาม ก็จัดว่าบุคคลนั้นมีพฤติกรรมจริยธรรมหรือมีจริยธรรม

จากแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะทางจริยธรรมดังกล่าว สรุปได้ว่า จริยธรรมของบุคคล แบ่งได้เป็น 3 ด้าน คือ

1) ด้านความรู้ ได้แก่ การรู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สามารถแยกความถูกต้องออกจากความไม่ถูกต้องได้ และเข้าใจในเหตุผลของความถูกต้อง หรือความไม่ถูกต้องนั้น

2) ด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบลักษณะนั้น ๆ รวมถึงความนิยมยินดีที่จะนำจริยธรรมนั้นมาปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ

3) ด้านการแสดงออก เป็นพฤติกรรมที่บุคคลตัดสินใจกระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมใดๆ ในสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งจริยธรรมทั้ง 3 ด้านนี้ จะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและสามารถปลูกฝังให้เกิดขึ้นได้ โดยการถ่ายทอดความรู้ ความรู้สึก การให้เห็นแบบอย่าง และการให้มีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

มีผู้เสนอแนวคิดและทฤษฎี เกี่ยวกับพัฒนาการทางจริยธรรมไว้หลายแนว สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของเพียเจต์ และของโคห์ลเบิร์ก แนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม และแนวคิดการทำค่านิยมให้กระจ่างของ แรทส์ ฮาร์มิน และไซมอน มาเป็นแนวทางในการพัฒนาจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าว มีรายละเอียด โดยสรุป ดังนี้

7.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของเพียเจต์

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2524 : 27-28) ; และทิตินา แซมมณี (2541 : 5-8) กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของเพียเจต์ สรุปได้ว่า เพียเจต์เป็นผู้ริเริ่มทางความคิดว่า พัฒนาการทางจริยธรรมของมนุษย์นั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับรู้กฎเกณฑ์และลักษณะต่างๆ ทางสังคม พัฒนาการทางจริยธรรมของบุคคลจึงขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลนั้น โดยได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางจริยธรรมของมนุษย์ออกเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นก่อนจริยธรรม ขั้นยึดคำสั่ง และขั้นยึดหลักแห่งตน

ขั้นก่อนจริยธรรม เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ขวบ เด็กในขั้นนี้ยังไม่มีความสามารถในการรับรู้สิ่งแวดล้อมอย่างละเอียด มีแต่ความต้องการทางกายซึ่งต้องการได้รับการบำบัดโดยไม่คำนึงถึงกาลเทศะใดๆ ทั้งสิ้น

ขั้นยึดคำสั่ง อยู่ในช่วงอายุ 2-8 ปี โดยเมื่อเด็กมีความสามารถในการพูด ก็จะเริ่มรับรู้สภาพแวดล้อมและบทบาทของตนเองต่อบุคคลอื่น ๆ จะมีความเกรงกลัวและยอมรับกฎเกณฑ์จากผู้มีอำนาจเหนือตน และปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

ขั้นยึดหลักแห่งตน เพียเจต์เชื่อว่า การพัฒนาจากขั้นที่ 2 ไปยังขั้นที่ 3 เกิดขึ้นจากการพัฒนาทางสติปัญญาและประสบการณ์ในการมีบทบาทในกลุ่มเพื่อน เด็กจะเรียนรู้เกี่ยวกับความเท่าเทียมกันของบุคคล และเริ่มมีความคิดว่ากฎเกณฑ์คือข้อตกลงระหว่างบุคคล ความเกรงกลัวอำนาจจากภายนอกจะกลายเป็นหลักภายในจิตใจของเด็ก เด็กที่ถูกบีบบังคับอย่างผิดปกติจากผู้เลี้ยงดูหรือสังคม หรือขาดประสบการณ์ในกลุ่มเพื่อน การพัฒนาการจะหยุดชะงักอยู่ในขั้นที่ 2 ส่วนเด็กที่อยู่ในสภาพสังคมปกติจะบรรลุถึงขั้นที่ 3 นี้ในช่วงอายุ 8-10 ปี ตามแนวคิดของเพียเจต์ พัฒนาการทางจริยธรรมของเด็กจะบรรลุขั้นสูงสุดได้ เมื่ออายุประมาณ 8-10 ปี

7.3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของโคล์เบอร์ก

โคล์เบอร์ก (Kohlberg. 1976 : 31-53) ได้ศึกษาตามแนวทฤษฎีของเพียเจต์ และพบว่ามนุษย์ส่วนใหญ่ในสภาพปกติไม่ได้มีพัฒนาการทางจริยธรรมถึงจุดสูงสุดเมื่ออายุ 10 ปี แต่จะมีพัฒนาการทางจริยธรรมอีกหลายขั้นตอน จากอายุ 11-25 ปี โคล์เบอร์กเชื่อว่า การบรรลุวุฒิภาวะเชิงจริยธรรมของบุคคลนั้น จะแสดงออกมาในเชิงการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมได้อย่างเด่นชัดที่สุด เหตุผลเชิงจริยธรรมนี้ขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ของสังคมใดสังคมหนึ่งโดยเฉพาะ เพราะเหตุผลเชิงจริยธรรม ไม่ใช่การประเมินค่าการกระทำไปในทำนองว่า “ดี” หรือ “เลว” แต่จะเป็นการใช้เหตุผลที่ลึกซึ้งยากแก่การเข้าใจยิ่งขึ้นเป็นลำดับไปและเหตุผลเชิงจริยธรรมขั้นสูงสุดจะมีลักษณะเป็นเหตุผลสากล กว้างขวาง ไม่ขัดแย้งกัน และมีรากฐานมาจากความมีหลักการ ไม่เข้าข้างตนเอง และเป็นอุดมคติ

โคล์เบอร์ก ได้วิเคราะห์ลักษณะของคำตอบของเยาวชนอเมริกัน อายุ 10-16 ปี เกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกกระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ในสถานการณ์ที่ขัดแย้งระหว่างความต้องการส่วนบุคคลและกฎเกณฑ์ของกลุ่มหรือสังคม โดยแบ่งเหตุผลเชิงจริยธรรมเหล่านั้นออกเป็น 6 ประเภท แล้วเรียงลำดับตามประเภทของเหตุผลที่มีอายุ 10 ปี ใช้ตอบมากที่สุด ไปจนถึงประเภทที่มีอายุ 16 ปี ใช้ตอบมากกว่าผู้ตอบอายุต่ำกว่าทั้งหมด ขั้นพัฒนาการทางจริยธรรมทั้ง 6 ขั้น ของโคล์เบอร์ก ถูกจัดออกเป็น 3 ระดับ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ขั้นการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม และระดับจริยธรรม ตามแนวคิดของโคล์เบอร์ก

ขั้นการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม	ระดับจริยธรรม
1. ขั้นการหลบหลีกการลงโทษ (อายุ 2-7 ปี)	1. ระดับก่อนกฎเกณฑ์ (อายุ 2-10 ปี)
2. ขั้นการแสวงหารางวัล (อายุ 7-10 ปี)	
3. ขั้นการทำตามที่ผู้อื่นเห็นชอบ (อายุ 10-13 ปี)	2. ระดับตามกฎเกณฑ์ (อายุ 10-16 ปี)
4. ขั้นการทำตามหน้าที่ทางสังคม (อายุ 13-16 ปี)	
5. ขั้นการทำตามค่านิยมสัญญา (อายุ 16 ปี ขึ้นไป)	3. ระดับเหนือกฎเกณฑ์ (อายุ 16 ปี ขึ้นไป)
6. ขั้นการยึดอุดมคติสากล (ผู้ใหญ่)	

ระดับที่ 1 ระดับก่อนกฎเกณฑ์ หมายถึง การตัดสินใจเลือกกระทำในสิ่งที่จะเป็นประโยชน์แก่ตนเอง โดยไม่คำนึงถึงผลที่จะเกิดแก่ผู้อื่น

ขั้นที่ 1 ขั้นการหลบหลีกการลงโทษ คือ การตัดสินใจโดยมุ่งที่จะหลบหลีกไม่ให้ตนเอง ถูกลงโทษทางกาย เพราะกลัวความเจ็บปวดที่จะได้รับ และยอมทำตามคำสั่งของผู้ใหญ่เพราะเป็นผู้มีอำนาจทางกายเหนือตน

ขั้นที่ 2 ขั้นการแสวงหารางวัล คือ การเลือกกระทำในสิ่งที่จะนำความพอใจมาให้ตนเท่านั้น เริ่มจากการแลกเปลี่ยนแบบเด็กๆ คือ เขาทำฉันมา ฉันต้องทำไป เขาให้ฉัน ฉันก็ต้องให้เขา เป็นต้น

ระดับที่ 2 ระดับตามกฎเกณฑ์ หมายถึง การกระทำตามกฎเกณฑ์ของกลุ่มย่อยๆ ของตน หรือทำตามกฎหมายและศาสนา บุคคลที่มีจริยธรรมระดับที่ 2 นี้ ยังต้องการการควบคุมจากภายนอก แต่ก็มีความสามารถในการเอาใจเขามาใส่ใจเรา และสามารถที่จะแสดงบทบาททางสังคมได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการทำตามที่ผู้อื่นเห็นชอบ คือ การตัดสินใจโดยการคล้อยตามความเห็นชอบหรือการชักจูงของผู้อื่น โดยเฉพาะเพื่อน

ขั้นที่ 4 ขั้นการทำตามหน้าที่ทางสังคม คือ การตัดสินใจโดยถือว่าตนมีหน้าที่ที่จะทำสิ่งนั้น ในฐานะที่ตนเป็นหน่วยหนึ่งของสังคมนั้น และสังคมนั้นคาดหวังที่จะให้ตนทำหน้าที่ตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่สังคมกำหนด

ระดับที่ 3 ระดับเหนือกฎเกณฑ์ หมายถึง การตัดสินใจขัดแย้งต่าง ๆ ด้วยการนำมาคิดตรองตรองซึ่งใจโดยตนเอง แล้วตัดสินใจไปตามแต่ว่าจะเห็นความสำคัญของสิ่งใดมากกว่ากัน

ขั้นที่ 5 ขั้นการทำตามคำมั่นสัญญา คือ การตัดสินใจโดยเห็นแก่ประโยชน์ของคนหมู่มาก ไม่ทำตนให้ขัดต่อสิทธิอันพึงมีพึงได้ของผู้อื่น บุคคลที่มีจริยธรรมในขั้นนี้จะสามารถควบคุมบังคับใจตนเองได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการยึดอุดมคติสากล คือ การตัดสินใจที่มีความยืดหยุ่นทาง จริยธรรมแสดงถึงการมีความรู้สึกลึกซึ้งที่นอกเหนือจากกฎเกณฑ์ในสังคมของตน เพื่อจุดมุ่งหมายในอันปลาย อันเป็นอุดมคติอันยิ่งใหญ่ที่เป็นหลักประจำใจของตน บุคคลที่มีจริยธรรมในขั้นนี้ นับว่ามี จริยธรรมในขั้นสูงสุด

โคห์ลเบอร์กเชื่อว่า พัฒนาการทางการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมนั้นเป็นไปตามขั้นจากขั้นที่ 1 ผ่านแต่ละขั้นไปจนถึงขั้นที่ 6 จะพัฒนาข้ามขั้นไม่ได้ เพราะการใช้เหตุผลในขั้นที่สูงขึ้นไปจะเกิดขึ้นได้ด้วยการมีความสามารถในการใช้เหตุผลในขั้นที่ต่ำกว่าอยู่ก่อนแล้ว และต่อมาบุคคลได้รับประสบการณ์ทางสังคมใหม่ ๆ หรือสามารถเข้าใจความหมายของประสบการณ์เก่า ๆ ได้ดีขึ้น จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและเหตุผล ทำให้การใช้เหตุผล ทำให้การใช้เหตุผลในขั้นที่สูงขึ้นต่อไปมีมากขึ้นเป็นลำดับ ส่วนเหตุผลในขั้นที่ต่ำกว่าจะถูกใช้น้อยลงทุกที และถูกละทิ้งไปในที่สุด นอกจากนี้มนุษย์ทุกคนไม่จำเป็นต้องพัฒนาจริยธรรมไปจนถึงขั้นสุดท้าย แต่อาจหยุดชะงักอยู่ในขั้นใดขั้นหนึ่งที่ต่ำกว่าก็ได้ โคห์ลเบอร์กพบว่า ผู้ใหญ่ส่วนมาก จะมีพัฒนาการถึงขั้นที่ 4 เท่านั้น

7.3.3 แนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม

ทิสนา แชมมณี สรุปลไว้ว่า (ทิสนา แชมมณี. 2541 : 19 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1956) บลูมได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ด้านเจตคติไว้ 5 ขั้น ประกอบด้วย

- 1) ขั้นการรับรู้ (Percieving or Recieving)
- 2) ขั้นการตอบสนอง (Responding)
- 3) ขั้นการเห็นคุณค่า (Valuing)
- 4) ขั้นการจัดระบบ (Organization)
- 5) ขั้นการพัฒนาเป็นลักษณะนิสัย (Characterization)

ซึ่งตามแนวคิดของบลูม การที่บุคคลจะเกิดการพัฒนาลักษณะนิสัยใด ๆ ได้บุคคลนั้นจะต้องมีโอกาสดำเนินการรับรู้ และสนองต่อสิ่งนั้น ซึ่งถ้าการตอบสนองได้ผลเป็นที่พึงพอใจ บุคคลก็จะเห็นคุณค่าของสิ่งนั้น และเต็มใจที่จะนำไปปฏิบัติหรือนำไปใช้ในระบบชีวิตของตน และเมื่อมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ในที่สุดก็จะพัฒนาเป็นลักษณะนิสัย ซึ่งเป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาการด้านจิตพิสัย

7.3.4 การทำค่านิยมให้กระจ่าง (Values clarification)

แรทส์ ฮาร์มิน และไซมอน (Raths; Harmin ; & Simon. 1978 : 28) พัฒนาแนวคิดการทำค่านิยมให้กระจ่าง ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ว่า ค่านิยมของบุคคลเป็นเรื่องของ ความคิด ความรู้สึก และการกระทำ ที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องหรือผิด ดีหรือชั่ว จริงหรือเท็จ ซึ่งสะท้อนออกมาเป็นพฤติกรรมในการดำรงชีวิต บุคคลจะรับรู้ค่านิยมจากประสบการณ์ในขณะที่เจริญเติบโต ค่านิยมในแต่ละบุคคลจึงมีความแตกต่างกันไปและสามารถเปลี่ยนแปลงได้

ค่านิยมที่แท้ซึ่งบุคคลอาจนำไปใช้ในการทำค่านิยมของตนให้กระจ่างหรือช่วยให้บุคคลอื่นกระจ่างในค่านิยมของเขา ควรเป็นค่านิยมที่บุคคล 1) เลือกอย่างเสรี ไม่มีใครบังคับให้เลือก (Choosing freely) 2) เลือกจากตัวเลือกหลายตัว(Choosing from among alternatives) 3) เลือกโดยผ่านการพิจารณาถึงผลที่จะตามมาของแต่ละตัวเลือกทั้งทางบวกและลบ (Choosing after thoughtful consideration of the consequences of each alternatives) 4) ประเมินค่าแล้วเลือกและยึดมั่นในสิ่งที่เลือก (Prizing and cherishing) 5) ยืนยันในสิ่งที่เลือกอย่างเปิดเผย (Affirming) 6) ปฏิบัติตามค่านิยมที่เลือกนั้นจริง (Action upon choices) 7) ปฏิบัติตามค่านิยมที่เลือกอย่างต่อเนื่อง (Repeating)

ซึ่งเกณฑ์ทั้ง 7 ประการดังกล่าวนี้ 3 ประการแรก จัดเป็นการเลือกค่านิยม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถทางปัญญาของบุคคล 2 ประการต่อมา เป็นการเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เลือก ซึ่งเป็นความสามารถทางจิตใจ อารมณ์ และความรู้สึก และ 2 ประการสุดท้าย เป็นการลงมือปฏิบัติตามค่านิยม ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายนอกของบุคคล (Raths; Harmin ; & Simon. 1978 : 28-30)

จึงกล่าวได้ว่าการพัฒนาค่านิยมของบุคคล เกิดจากผสมผสานกันระหว่างปัญญา จิตใจ และการกระทำ ซึ่งเกิดเป็นกระบวนการที่ไม่หยุดยั้ง ซึ่งหากกระบวนการทั้งหมดมีการผสมผสานและสัมพันธ์กันอย่างมีระบบ ก็จะทำให้บุคคลสามารถพัฒนาค่านิยมที่สมบูรณ์ได้

แรทส์ ฮาร์มิน และไซมอน (Raths; Harmin ; & Simon. 1978 : 38-55) ได้เสนอวิธีการพัฒนาค่านิยมของเด็กโดยการทำค่านิยมให้กระจ่างไว้ สรุปได้ดังนี้

1. กระตุ้นให้เด็กเลือกและตัดสินใจอย่างอิสระ
2. ช่วยเหลือให้เด็กได้ค้นพบและตรวจสอบความเหมาะสม เมื่อเผชิญกับทางเลือกอันหลากหลาย
3. ช่วยเหลือให้เด็กได้รู้จักประเมินความคิดเพื่อตัดสินใจ และสะท้อนผลลัพธ์ที่ตามมาในแต่ละอย่าง
4. กระตุ้นให้เด็กพิจารณาว่าสิ่งใดควรได้รับการชื่นชม
5. ให้เด็กได้มีโอกาสที่จะยืนยันการเลือกและตัดสินใจต่อสาธารณชน
6. กระตุ้นให้เด็กกระทำ หรือประพฤติ ตามค่านิยมที่เขาได้เลือก
7. กระตุ้นให้เด็กกระทำและตรวจสอบพฤติกรรมในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอ

7.4 รูปแบบการสอน

รูปแบบการสอน เป็นแนวทางที่ครูนำไปใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูล ความรู้ ความคิด ทักษะ ค่านิยม วิธีคิด และแสดงออกถึงความสามารถที่จะเรียนรู้ ให้บรรลุผลตามเป้าหมายได้โดยมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Joyce; & Weil. 1996 : 7)

ลำลี ทองธิว (2545 : 142) กล่าวว่า รูปแบบการสอน อาจแบ่งตามลักษณะพฤติกรรมการสอนของครู ได้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง และรูปแบบการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งรูปแบบการสอนทั้ง 2 รูปแบบ มีจุดแข็งและจุดอ่อน ดังนี้

รูปแบบการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง

จุดแข็ง : ครูสามารถให้ความรู้ได้ครอบคลุมมาตรฐานเนื้อหาในหลักสูตรภายในเวลาที่จำกัด ครูสามารถวัดผลการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูสามารถควบคุมให้นักเรียนเรียนสาระที่ต้องการได้

จุดอ่อน : นักเรียนไม่สามารถเรียนสาระทุกเรื่องได้ภายในเวลาที่ครูจำกัดได้ทุกคน เนื่องจากแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความสนใจ พื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และช่วงเวลาการเรียนรู้ นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ในเรื่องที่ตนสนใจ เนื่องจากครูเป็นผู้กำหนดเรื่องที่จะเรียน นักเรียนขาดโอกาสในการคิดค้นหาคำตอบที่ต่างไปจากที่ครูให้ และนักเรียนไม่สามารถค้นพบตัวตนที่แท้จริงของตนเอง

รูปแบบการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

จุดแข็ง : นักเรียนเรียนสาระที่ตนเองสนใจได้อย่างเต็มที่ นักเรียนมีโอกาสกำหนดเรื่องที่จะเรียนรู้และวิธีที่จะเรียนรู้ได้เองตามความถนัดและตามแบบการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนมี

โอกาสพัฒนาความเป็นตัวของตัวเองและฝึกการรับผิดชอบได้มากขึ้น

จุดอ่อน : สาระที่เรียนอาจไม่ครอบคลุมมาตรฐานเนื้อหาที่กำหนดในหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ตามแบบของนักเรียนแต่ละคนกินเวลาไม่เท่ากัน ทำให้ครูไม่สามารถควบคุมการใช้เวลาได้ตามที่หลักสูตรกำหนด ครูไม่สามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนให้ไปในทิศทางที่ต้องการได้

นอกจากนี้ ยังมีผู้จัดหมวดหมู่ของรูปแบบการสอนตามเกณฑ์อื่นๆ อีก เช่น

ทิสนา แชมมณี (2545 : 222-269) ได้แบ่งหมวดหมู่ของรูปแบบการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบ ออกเป็น 5 หมวด ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย(Gagne's instructional model) รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ (Concept attainment model) รูปแบบการเรียนการสอนโดยการนำเสนอโมโนทัศน์กว้างล่วงหน้า (Advance organizer model) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก (Graphic organizer instructional model)

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการด้านจิตพิสัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาการด้านจิตพิสัยของบลูม (Instructional model based on Bloom's affective domain) รูปแบบการเรียนการสอนโดยการชักจูง (Jurisprudential model) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมติ (Role playing model)

3. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการด้านทักษะพิสัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน (Instructional model based on Simpson's processes for psychomotor skill development) รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติตามแนวคิดของแฮร์โรว์ (Harrow's Instructional model for psychomotor domain) รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส (Davies's Instructional model for psychomotor domain)

4. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation instructional model) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย (Inductive thinking instructional model) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics instructional model) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance's future problem solving instructional model)

5. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง (Direct instructional model) รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง (Storyline

method) รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional model of cooperative learning)

เนื่องจากมีรูปแบบการสอนเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงจะกล่าวถึงเฉพาะรูปแบบการสอนที่ใช้เป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ โดยสาระสำคัญของแต่ละรูปแบบ ผู้วิจัยได้สรุปมาจากหนังสือ ศาสตร์การสอน ของ ทิศนา ขัมมณี (2545 : 218-270) ดังนี้

7.4.1 รูปแบบการสอนตามแนวคิดของกานเย (Gagne's instructional model)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยอธิบายว่า การเรียนรู้มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1) ความสามารถด้านต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ประเภท คือ ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) กลวิธีในการเรียนรู้ (Cognitive strategy) ภาษา (Verbal information) ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) และเจตคติ (Attitudes)

2) กระบวนการเรียนรู้และจดจำ มนุษย์มีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลในสมองซึ่งต้องอาศัยข้อมูลที่สะสมไว้มาพิจารณาเลือกจัดกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และขณะที่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลภายในสมองกำลังเกิดขึ้น เหตุการณ์ภายนอกร่างกายจะมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมหรือการยับยั้งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในได้

3) ผลการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน กานเยเสนอแนะว่า ควรมีการจัดสภาพการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้แต่ละประเภท ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในสมอง โดยจัดสภาพการณ์ภายนอกให้เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียน

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบของกานเย ประกอบด้วยการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน 9 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้าหรือสิ่งที่จะเรียนรู้ได้ดี

ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับความคาดหวัง

ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม เป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในหน่วยความจำเพื่อการใช้งาน (Working memory) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นลักษณะสำคัญของสิ่งเร้านั้นอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการเลือกรับรู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียนได้ง่ายและเร็วขึ้น

ขั้นที่ 6 การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดูผลงานต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้การเสริมแรง และให้ข้อมูลที่ประโยชน์แก่ผู้เรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 9 การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนอย่างเพียงพอ และในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

รูปแบบการสอนนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และจดจำของมนุษย์ ดังนั้นผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้สาระที่น่าเสนอได้อย่างดี รวดเร็ว และจดจำสิ่งที่เรียนได้นาน นอกจากนั้นผู้เรียนยังจะได้เพิ่มพูนทักษะในการจัดระบบข้อมูล สร้างความหมายของข้อมูล รวมทั้งการแสดงความสามารถของตนด้วย

6.4.2 รูปแบบการสอนโดยการนำเสนอโมโนทัศน์กว้างล่วงหน้า

(Advance organizer model)

จอยซ์และวีล (ทศนา แซมมณี. 2545 : 227-229; อ้างอิงจาก Joyce and Weil, 1996: 265-278) พัฒนารูปแบบการสอนโดยการนำเสนอโมโนทัศน์กว้างล่วงหน้าขึ้น โดยใช้แนวคิดของ ออซูเบล (Ausubel) เกี่ยวกับการนำเสนอโมโนทัศน์กว้างล่วงหน้าเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งออซูเบลเชื่อว่าการเรียนรู้จะมีความหมายเมื่อสิ่งที่เรียนรู้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน ดังนั้นในการสอนสิ่งใหม่ ผู้สอนควรวิเคราะห์หาความคิดรวบยอดย่อย ๆ ของสาระที่จะนำเสนอ จัดทำผังโครงสร้างของความคิดรวบยอดเหล่านั้น แล้ววิเคราะห์หาโมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดที่กว้างครอบคลุมความคิดรวบยอดย่อย ๆ ที่จะสอน หากครูนำเสนอโมโนทัศน์ที่กว้างดังกล่าวแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระใหม่ ขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้สาระใหม่ ผู้เรียนสามารถนำสาระใหม่นั้น ไปเกาะเกี่ยวเชื่อมโยงกับโมโนทัศน์กว้างที่ให้ไว้ล่วงหน้าแล้ว ทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน

กระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดเตรียมโมโนทัศน์กว้าง

ผู้สอนจัดเตรียมโมโนทัศน์กว้างโดยการวิเคราะห์โมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมความคิดรวบยอดของเนื้อหาสาระใหม่ทั้งหมด โมโนทัศน์ที่กว้างนี้ จะไม่ใช่สิ่งเดียวกับโมโนทัศน์ของสาระ

ใหม่ที่จะสอน แต่จะเป็นมโนทัศน์ในระดับที่เหนือขึ้นไปหรือสูงกว่า ซึ่งจะมีลักษณะเป็นนามธรรมมากกว่า ปกติมักเป็นมโนทัศน์ของวิชานั้นหรือสาขาวิชานั้น ซึ่งจะเป็นคนละอย่างกับการ การให้ดูภาพรวม (Overview) ของสิ่งที่จะสอน การบอกวัตถุประสงค์ของสิ่งที่จะสอน การนำเสนอภาพรวมของสิ่งที่จะสอน การทบทวนความรู้เดิม การซักถามความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเหล่านี้ไม่นับเป็น “Advance organizer” ซึ่งจะต้องมีลักษณะที่กว้าง ครอบคลุม และมีความเป็นนามธรรมอยู่ในระดับสูงกว่าสิ่งที่จะสอน

ขั้นที่ 2 การนำเสนอมนทัศน์กว้าง

- 1) ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 2) ผู้สอนนำเสนอมนทัศน์กว้าง ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การบรรยายสั้นๆ แสดงแผนผังมโนทัศน์ ยกตัวอย่าง หรือใช้การเปรียบเทียบ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน

ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ด้วยวิธีการต่างๆ ตามปกติ แต่ในการนำเสนอ ผู้สอนควรกล่าวเชื่อมโยงหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่ให้ล่วงหน้าไว้เป็นระยะ ๆ

ขั้นที่ 4 การจัดโครงสร้างความรู้

ผู้สอนส่งเสริมการจัดโครงสร้างความรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ส่งเสริมการผสมผสานความรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น

- 1) อธิบายภาพรวมของเรื่องที่เรียน
- 2) สรุปลักษณะสำคัญของเรื่อง
- 3) บอกหรือเขียนคำนิยามที่กะทัดรัด ชัดเจน
- 4) บอกความแตกต่างของสาระในแง่มุมต่าง ๆ
- 5) อธิบายว่าเนื้อหาสาระที่เรียนสนับสนุนมโนทัศน์กว้างที่ให้ไว้ล่วงหน้าอย่างไร
- 6) อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระใหม่กับมโนทัศน์กว้างที่ให้ไว้ล่วงหน้า
- 7) ยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากสิ่งที่เรียน
- 8) อธิบายแก่นสำคัญของสาระที่เรียนโดยใช้คำพูดของตัวเอง
- 9) วิเคราะห์สาระในแง่มุมต่างๆ

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ คือ เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและข้อมูลของบทเรียนอย่างมีความหมาย เกิดความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียน และสามารถจัดโครงสร้างความรู้ของตนเองได้ นอกจากนั้นยังได้พัฒนาทักษะ และอุปนิสัยในการคิดและเพิ่มพูนความใฝ่รู้

7.4.3 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม

(Instructional Model Based on Bloom's Affective Domain)

บลูม (Bloom, 1956) จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (cognitive domain) ด้านเจตคติหรือความรู้สึก (affective domain) และด้านทักษะ (psycho-motor domain) ซึ่งด้านเจตคติหรือความรู้สึกนั้น บลูมได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้น ประกอบด้วย

- 1) ขั้นการรับรู้ (Perceiving or attending) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้รับรู้ค่านิยมที่ต้องการจะปลูกฝังในตัวผู้เรียน
- 2) ขั้นการตอบสนอง (Responding) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ตอบสนองค่านิยมที่ได้รับรู้ และเกิดความสนใจ ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
- 3) ขั้นการเห็นคุณค่า (Valuing) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ ค่านิยม นั้น แล้วเกิดเห็นคุณค่า ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อค่านิยมนั้น
- 4) ขั้นการจัดระบบ (Organization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับค่านิยมที่ตนเห็น คุณค่านั้น เข้ามาอยู่ในระบบค่านิยมของตน
- 5) ขั้นการสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติตาม ค่านิยมที่ตนรับมาอย่างสม่ำเสมอและทำจนเป็นนิสัย

ถึงแม้ว่าบลูมได้นำเสนอแนวคิดดังกล่าวเพื่อใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนก็ตาม แต่ก็สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์ให้แก่ผู้เรียนได้

กระบวนการเรียนการสอนเพื่อปลูกฝังค่านิยมใด ๆ ให้แก่ผู้เรียน สามารถดำเนินการตามลำดับขั้นได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การรับรู้ค่านิยม (receiving/attending)

ผู้สอนจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ในค่านิยมนั้นอย่างใส่ใจ เช่น เสนอกรณีตัวอย่างที่เป็นประเด็นปัญหาขัดแย้งเกี่ยวกับค่านิยมนั้น คำถามที่ท้าทายความคิดเกี่ยวกับค่านิยมนั้น เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมดังนี้

- 1) การรู้ตัว (Awareness)
- 2) การเต็มใจรับรู้ (Willingness)
- 3) การควบคุมการรับรู้ (Control)

ขั้นที่ 2 การตอบสนองต่อค่านิยม (responding)

ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อค่านิยมนั้นในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น ให้พูดแสดงความคิดเห็นต่อค่านิยมนั้น ให้ลองทำตามค่านิยมนั้น ให้สัมภาษณ์หรือพูดคุย

กับผู้ที่มีค่านิยมนั้น เป็นต้น

ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ดังนี้

- 1) การยินยอมตอบสนอง (Acquiescence in responding)
- 2) การเต็มใจตอบสนอง (Willingness to respond)
- 3) ความพึงพอใจในการตอบสนอง (Satisfaction in response)

ขั้นที่ 3 การเห็นคุณค่าของค่านิยม (valuing)

ผู้สอนจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของ ค่านิยมนั้น เช่น การให้ลองปฏิบัติตามค่านิยมแล้วได้รับการตอบสนองในทางที่ดีเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับตนหรือบุคคลอื่นที่ปฏิบัติตามค่านิยมนั้น เห็นโทษหรือได้รับโทษจากการละเลยไม่ปฏิบัติตามค่านิยมนั้น เป็นต้น

ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ดังนี้

- 1) การยอมรับในคุณค่านั้น (Acceptance of a value)
- 2) การชื่นชอบในคุณค่านั้น (Preference for a value)
- 3) ความผูกพันในคุณค่านั้น (Commitment)

ขั้นที่ 4 การจัดระบบค่านิยม (Organization)

เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของค่านิยมและเกิดเจตคติที่ดีต่อค่านิยมนั้นและมีความโน้มเอียงที่จะรับค่านิยมนั้นมาใช้ในชีวิตของตน ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาค่านิยมนั้นกับค่านิยมหรือคุณค่าอื่นๆ ของตน

ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมสำคัญ ดังนี้

- 1) การสร้างโน้ตชนในคุณค่านั้น (Conceptualization of value)
- 2) การจัดระบบคุณค่านั้น (Organization of a value system)

ขั้นที่ 5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by value)

ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามค่านิยมนั้นอย่างสม่ำเสมอ โดยติดตามผลการปฏิบัติ และให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรงเป็นระยะๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จนเป็นนิสัย

ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ดังนี้

- 1) การมีหลักยึดในการตัดสินใจ (Generalization set)
- 2) การปฏิบัติตามหลักยึดนั้นจนเป็นนิสัย (Characterization)

การดำเนินการตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้น ไม่สามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น ต้องอาศัยเวลา โดยเฉพาะในขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 ต้องการเวลาในการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะมากน้อย แตกต่างกันไปกับผู้เรียนแต่ละคน

การเรียนตามรูปแบบนี้ ผู้เรียนจะได้รับการปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์ จนถึงระดับที่สามารถปฏิบัติได้จนเป็นนิสัย นอกจากนั้นผู้เรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการปลูกฝังค่านิยมให้เกิดขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการปลูกฝังค่านิยมอื่นๆ ให้แก่ตนเองหรือผู้อื่นต่อไป

7.4.4 รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ (Harrow's Instructional Model for Psychomotor Domain)

แฮร์โรว์ (Harrow) ได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ทางด้านทักษะปฏิบัติไว้ 5 ขั้น โดยเริ่มจากระดับที่ซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก ดังนั้นการกระทำจึงเริ่มจากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อใหญ่ไปถึงการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อย่อย ลำดับขั้นดังกล่าวได้แก่ การเลียนแบบ การลงมือกระทำตามคำสั่ง การกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ การแสดงออกและการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นการเลียนแบบ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสังเกตการกระทำที่ต้องการ ให้ผู้เรียนทำได้ ซึ่งผู้เรียนย่อมจะรับรู้หรือสังเกตเห็นรายละเอียดต่างๆ ได้ไม่ครบถ้วน แต่อย่างน้อยก็จะสามารถบอกได้ว่า ขั้นตอนหลักของการกระทำนั้นๆ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นการลงมือกระทำตามคำสั่ง เมื่อผู้เรียนได้เห็นและสามารถบอกขั้นตอนของการกระทำที่ต้องการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนลงมือทำโดยไม่มีแบบอย่างให้เห็น ผู้เรียนอาจลงมือทำตามคำสั่งของผู้สอน หรือทำตามคำสั่งที่ผู้สอนเขียนไว้ในคู่มือก็ได้ การลงมือปฏิบัติตามคำสั่งนี้ แม้ผู้เรียนจะยังไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์ แต่อย่างน้อยผู้เรียนก็ได้ประสบการณ์ในการลงมือทำ และค้นพบปัญหาต่างๆ ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และมีการปรับปรุงการกระทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ (precision) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนจนสามารถกระทำสิ่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยไม่จำเป็นต้องมีแบบอย่าง หรือมีคำสั่งนำทาง การกระทำที่ถูกต้องแม่นยำ พอดี สมบูรณ์แบบ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องสามารถทำได้ ในขั้นนี้

ขั้นที่ 4 ขั้นการแสดงออก (articulation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนมากขึ้น จนกระทั่งสามารถกระทำสิ่งนั้นได้ถูกต้องสมบูรณ์แบบอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว ราบรื่น และด้วยความมั่นใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ (naturalization) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งนั้นๆ อย่างสบายๆ เป็นไปอย่างอัตโนมัติ โดยไม่รู้สึกรู้ว่าต้องใช้ความพยายามเป็นพิเศษ ซึ่งต้องอาศัยการปฏิบัติบ่อยๆ ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย

7.4.5 รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบเสาะและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation Instructional Model)

จอยส์ และวีล เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของเธเลน (Thelen) 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (knowledge) เธเลนได้อธิบายว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้หรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะ

แสวงหาความรู้ก็คือตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียน และท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นปัญหาที่มีลักษณะชวนให้เกิดความงุนงงสงสัย (puzzlement) หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ในสังคม ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เพื่อสนองความต้องการของตน ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์ และสังคม ความขัดแย้งทางความคิดที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลหรือในกลุ่ม จึงเป็นสิ่งที่บุคคลต้องพยายามหาหนทางขจัดแก้ไข หรือจัดการทำความเข้าใจให้เป็นที่น่าพอใจหรือยอมรับทั้งของตนเองและผู้เกี่ยวข้อง ส่วนเรื่อง “ความรู้” นั้น เรเลน มีความเห็นว่า ความรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบเสาะทั้งหลาย ความรู้เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้นความรู้จึงเป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านทางกระบวนการสืบเสาะ (inquiry) โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย

ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจและความต้องการในการสืบสอบ และแสวงหาความรู้ต่อไปนั้น ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน และจะต้องมีลักษณะที่ชวนให้งุนงงสงสัย เพื่อท้าทายความคิดและความใฝ่รู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น

ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพยายามกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้ง หรือความแตกต่างทางความคิดขึ้น เพื่อท้าทายให้ผู้เรียนพยายามหาทางแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการพิสูจน์ทดสอบความคิดของตน เมื่อมีความแตกต่างทางความคิดเกิดขึ้น ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเดียวกันรวมกลุ่มกัน หรือ อาจรวมกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันก็ได้

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้

เมื่อกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างกันแล้ว สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนว่า จะแสวงหาข้อมูลอะไร กลุ่มจะพิสูจน์อะไร จะตั้งสมมติฐานอะไร กลุ่มจำเป็นต้องมีข้อมูลอะไร และจะไปแสวงหาที่ไหน หรือจะได้ข้อมูลนั้นมาได้อย่างไร จะต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว จะวิเคราะห์อย่างไร และสรุปผลอย่างไร ใครจะช่วยทำอะไร จะใช้เวลาเท่าใด ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการสืบเสาะ (Inquiry) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) และทักษะกระบวนการกลุ่ม (Group process) ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผน แหล่งความรู้ และการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนดำเนินการแสวงหาความรู้

ผู้เรียนดำเนินการเสาะแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล

เมื่อกลุ่มรวบรวมข้อมูลได้มาแล้ว กลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ผู้สอนช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ต่อจากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผล อภิปรายผลร่วมกันทั้งชั้น และประเมินผลทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

การสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ของกลุ่มตามขั้นตอนข้างต้นช่วยให้กลุ่มได้รับความรู้ ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา และอาจพบประเด็นที่เป็นปัญหาชวนให้สงสัย สงสัยหรืออยากรู้ต่อไป ผู้เรียนสามารถเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ จึงอาจมีต่อเนื่องไป ตามความสนใจของผู้เรียน

7.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบอิงเกณฑ์

กิจกรรมการเรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนา ทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยในการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ให้เกิดแก่ผู้เรียน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรทราบหลักการและขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

หลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) เป็นกิจกรรมที่พัฒนานักเรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้
- 2) นำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือภาระงานที่แสดงถึงการบรรลุมาตรฐานของนักเรียน
- 3) นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและจัดกิจกรรม
- 4) เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
- 5) มีความหลากหลาย/เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหาสาระ
- 6) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์
- 7) ช่วยให้นักเรียนเข้าสู่แหล่งการเรียนรู้และเครือข่ายการเรียนรู้ที่หลากหลาย
- 8) เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพตามมาตรฐานนี้ โดยทั่วไป ประกอบด้วยกิจกรรมใน 3 ลักษณะ ได้แก่ กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ กิจกรรมที่ช่วยพัฒนา

ผู้เรียน และกิจกรรมรวบยอด ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปนั้น ครูจะเริ่มต้นจากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจหรือปูพื้นในเรื่องที่จะสอน จากนั้นจะดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามลำดับ จนกระทั่งมีศักยภาพเพียงพอที่จะทำกิจกรรมสุดท้ายหรือกิจกรรมรวบยอดที่จะเป็นเครื่องพิสูจน์ว่า นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ และเมื่อกำหนดกิจกรรมรวบยอดได้แล้วครูจะเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นว่า การจะให้นักเรียนทำกิจกรรมรวบยอดได้ นักเรียนจะต้องมีความรู้และทักษะด้านใดบ้างและกิจกรรมใดที่จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้และทักษะเหล่านั้น จากนั้นเป็นเรื่องง่ายที่ครูจะคิดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนที่น่าสนใจเป็นลำดับต่อไป

1) **กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ (Introduction Activities)** เป็นกิจกรรมที่ใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนในตอนต้นก่อนการจัดกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาผู้เรียน กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ควรมีลักษณะ ดังนี้

- กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นอยากเรียน
- เชื่อมโยงกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนและกิจกรรมรวบยอด
- เชื่อมโยงถึงประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่
- ช่วยให้นักเรียนได้แสดงถึงความต้องการในการเรียนรู้ของตนเอง

2) **กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาผู้เรียน (Enabling Activities)** เป็นกิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนานักเรียนให้เกิดความรู้ และทักษะที่เพียงพอต่อการทำกิจกรรมรวบยอด การกำหนดกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาผู้เรียน ควรมีลักษณะ ดังนี้

- สัมพันธ์เชื่อมโยงกับมาตรฐานที่เป็นเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้
- ช่วยสร้างองค์ความรู้และทักษะ เพื่อพัฒนานักเรียนไปสู่มาตรฐานที่กำหนด
- กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
- สามารถประเมินจากผลงานหรือภาระงานของนักเรียนได้

3) **กิจกรรมรวบยอด (Culminating Activities)** เป็นกิจกรรมที่แสดงว่านักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาถึงมาตรฐานที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้นั้น การกำหนดกิจกรรมรวบยอดควรมีลักษณะ ดังนี้

- เป็นกิจกรรมที่แสดงให้ผู้อื่นเห็นถึงพัฒนาการของนักเรียน
- เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมาตลอดหน่วยการเรียนรู้
- ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้

- การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมต้องสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด
- เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการตามมาตรฐานที่กำหนดอย่างเต็มศักยภาพ

- เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
- เป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ
- เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2547 : 11-12)

8. แนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการหาปริมาณของความเจริญงอกงามของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนออกมาเป็นตัวเลขหรือคะแนนโดยใช้วิธีการหรือเครื่องมือวัด ส่วนการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการนำคะแนนมาแปลผลหรือพิจารณาคุณค่า โดยเทียบกับเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เกณฑ์ที่ครูหรือนักการศึกษากำหนดไว้ หรือคะแนนของกลุ่ม ซึ่งผลของการประเมินสามารถนำไปใช้เพื่อสอนซ่อมเสริมนักเรียนบางคนที่ยังบกพร่องในจุดประสงค์หลักบางข้อ ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น หรือพิจารณาตัดสินผลการเรียนในรายวิชานั้น

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางได้แก่ แนวคิดของบลูม (Bloom) ซึ่งเสนอไว้สรุปได้ว่า การเรียนรู้ของนักเรียนควรครอบคลุมใน 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญาและความคิด หรือพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ทางด้านความนึกคิด ความ สนใจ ค่านิยม ความซาบซึ้ง การปรับตัวและเจตคติต่าง ๆ หรือจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะที่เกี่ยวกับการใช้อวัยวะต่าง ๆ หรือทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ดังนั้น การวัดผลและประเมินผล จึงต้องทำให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน เช่นเดียวกัน

สำหรับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ถ้ายึดตามแนวคิดของบลูม ด้านพุทธิพิสัย จะได้แก่ ความรู้ความคิดเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวางแผนและเลือกวิธีการในการทดลอง การสื่อความหมาย และการตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม ด้านจิตพิสัย ได้แก่ จิตวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และการมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะพิสัย ได้แก่ การลงมือทำงาน การลงมือปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมือในการทดลอง รวมถึงการสืบค้นข้อมูลต่างๆ ซึ่งได้มีผู้เสนอแนวคิดในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้แต่ละด้านไว้ สรุปได้ดังนี้

8.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

คลอปเฟอร์ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2537 : 295-307 ; ธงชัย ชิวปรีชา. 2537 : 20-27; และ สสวท. 2538 : 3-16; อ้างอิงจาก Klopfer.1971) กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนด้านพุทธิพิสัย สรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิด แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยแต่ละระดับมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มา แบ่งออกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ 9 ประการ ดังนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Facts)
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific terminology)
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of science)
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน (Sequences)
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภท และเกณฑ์ (Classifications, categories and criteria)
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific technique and procedure)
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles and laws)
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวความคิดที่สำคัญ (Theories or major conceptual scheme)

การวัดและประเมินผลด้านความรู้ความจำ จะถามให้นักเรียนระลึกถึงเรื่องราวหรือความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วอย่างตรงไปตรงมา โดยทั่วไปการวัดผลครั้งหนึ่งควรถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละ 20 ของข้อสอบทั้งหมด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ ขยายความ สร้างข้อสรุป

พฤติกรรมด้านความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

- 2.1 ความสามารถในการอธิบายความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2.2 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่
- 2.3 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดและประเมินผลด้านความเข้าใจ จะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยาย ความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูป ข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสังเกต และการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา การแปลความหมายข้อมูล และการสร้าง ข้อสรุป การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด

การสังเกตและการวัด เป็นพฤติกรรมพื้นฐานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งใน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตและการวัดในที่นี้หมายความรวมถึง การ สังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายสิ่งที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสมและสื่อ ความหมายให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน การวัดขนาดของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ การเลือกเครื่องมือ วัดที่เหมาะสม และการประมาณค่าในการวัดและรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา

การมองเห็นปัญหาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก นักเรียนที่อยู่ในสถานการณ์ เดียวกันไม่จำเป็นต้องมองเห็นปัญหาเหมือนกัน หรือบางคนอาจมองไม่เห็นปัญหาเลย ความสามารถ ในการมองเห็นปัญหาของคนนั้น ส่วนใหญ่เกิดจากความช่างสังเกต ช่างคิด รวมทั้งความรู้และ ประสบการณ์เดิม

การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา ประกอบด้วย ความสามารถ ย่อยๆ คือ การยอมรับและการมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการ ทดสอบสมมติฐาน และ การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป

ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ได้แก่ การจัดกระทำ กับข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การแปลความหมายของการสังเกต และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การเพิ่มเติมและการขยายความ การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จาก การทดลอง และการสร้างข้อสรุป กฎ หรือหลักการที่เหมาะสม อย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี

แบบจำลองเชิงทฤษฎี เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หลักการหรือ กฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ค้นพบ ซึ่งถ้าสามารถใช้ได้ดีจนเป็นที่ยอมรับแล้วจะเรียกแบบจำลองเชิงทฤษฎีนั้นว่า ทฤษฎี

ความสามารถในการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี ได้แก่ ความเข้าใจถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองเชิงทฤษฎี ความสามารถในการสร้างแบบจำลองเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎี ความสามารถในการสร้างสมมติฐานจากแบบจำลองเชิงทฤษฎี ความสามารถในการแปลความหมายและประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลองเชิงทฤษฎี ความสามารถในการปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองเชิงทฤษฎี

3.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลอง

การวัดและประเมินผลด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรใช้การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ การเขียนรายงานประกอบการตรวจผลงานหรือการสอบปฏิบัติการ

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ได้แก่ การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน และ การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ควรประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่นการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมแก้ปัญหา

8.2 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

บลูม ได้จำแนกพฤติกรรมด้านจิตพิสัย จากพฤติกรรมระดับต่ำที่สุดจนถึงพฤติกรรมระดับสูงที่สุด ออกเป็น 5 ประเภท ตามลำดับ ดังนี้

1. การรับรู้ (Receiving or attending) ได้แก่ การรับรู้ตัว การเต็มใจรับรู้ และการควบคุมหรือการคัดเลือกการรับรู้

2. การตอบสนอง (Responding) ได้แก่ การยินยอมตอบสนอง การเต็มใจตอบสนอง และการพึงพอใจในการตอบสนอง

3. การสร้างคุณค่า (Valuing) ได้แก่ การยอมรับคุณค่า การนิยมในคุณค่า การผูกพันในคุณค่า

4. การจัดระบบคุณค่า (Organization) ได้แก่ การการสร้างมโนทัศน์ของคุณค่า การจัดระบบคุณค่า

5. การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by a value or value complex) ได้แก่ การมีหลักยึดในการตัดสินใจหรือพิจารณาสิ่งต่าง ๆ และการแสดงลักษณะนิสัย

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนย์ และครอกเกอร์ (ธงชัย ชิวปรีชา. 2537 : 36-42; อ้างอิงจาก Nay; & Crocker. 1970) เสนอว่า มีคุณลักษณะด้านจิตพิสัยที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นจาก

การเขียนการสอนวิทยาศาสตร์ 5 ประการ ได้แก่ คุณลักษณะด้านความสนใจ คุณลักษณะด้านการปฏิบัติงาน คุณลักษณะด้านจิตใจและวิธีการคิด คุณลักษณะด้านความเข้าใจและการเห็นคุณค่า และคุณลักษณะด้านค่านิยมและ/หรือความเชื่อ โดยคุณลักษณะแต่ละด้านประกอบด้วยคุณลักษณะย่อยๆ ดังนี้

1. คุณลักษณะด้านความสนใจ

ความสนใจ จะเป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญที่จะทำให้บุคคลนั้น ๆ สนใจที่จะเรียน ประกอบอาชีพ และ/หรือทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะด้านความสนใจประกอบด้วยคุณลักษณะย่อย ๆ ดังนี้

1.1 สนใจที่จะทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ได้แก่ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีความหลงใหลในความงามของปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีความตื่นตัวในปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีความกระตือรือร้นในเรื่องที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.2 สนใจที่จะส่งเสริมกิจกรรมวิชาการและความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ ได้แก่ มีความเห็นแก่ประโยชน์ของผู้อื่น มีความมุ่งมั่นในการส่งเสริมกิจกรรมทางวิชาการและความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ มีความภูมิใจที่ได้ส่งเสริมกิจกรรมทางวิชาการและความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ มีความพึงพอใจที่ได้กิจกรรมทางวิชาการและความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ

2. คุณลักษณะด้านการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้สัมฤทธิ์ผลถึงมาตรฐานที่ยอมรับนั้น ผู้ปฏิบัติต้องมีคุณสมบัติหลายประการ ดังนี้

2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับความซื่อสัตย์และความผูกพันต่องาน ได้แก่ มีความพากเพียร มีความอดทน มีวินัยในตัวเอง มีความไม่ยึดติดกับตนเอง มีความรับผิดชอบ มีความเชื่อถือได้

2.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นระบบในการทำการทดลอง มีความอดทนทำการทดลองจนจบไม่ทำครึ่ง ๆ กลาง ๆ มีความละเอียดแม่นยำในการทำการทดลอง มีความไวในการรับรู้ผลจากการทดลอง มีความพร้อมที่จะเผชิญกับเหตุการณ์หรือผลการทดลองที่ไม่คาดหมาย

2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับความริเริ่ม และความกล้าในการคิด ได้แก่ มีความเชื่อว่าความรู้ต่าง ๆ ได้มาจากการปฏิบัติการทดลองของมนุษย์ มีความกล้าได้กล้าเสีย มีความคิดอิสระ เชื่อในความสามารถของตนเอง มีความเชื่อมั่นในสิ่งต่าง ๆ ที่ทำขึ้น มีความยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงและปรับตัวได้ มีความไม่กลัวอุปสรรคหรือสิ่งต่อต้าน

2.4 คุณลักษณะเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ได้แก่ มีนิสัยในการให้ความร่วมมือ มีความประนีประนอม มีความถ่อมตัว มีความอดทนหรือยอมทนกับเพื่อนร่วมงาน

3. คุณลักษณะด้านจิตใจและวิธีการคิด

คุณลักษณะด้านนี้เป็นรากฐานสำคัญที่จะส่งผลให้นักเรียนมีศักยภาพในการคิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะดังกล่าวมีหลายประการ ดังนี้

3.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับความเป็นวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเป็นปรนัย มีความใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ มีความพร้อมที่จะชะลอการลงความเห็น มีความเคารพหลักฐาน มีความพร้อมที่จะเปลี่ยนความเห็น มีความพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนแนวความคิด

3.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับการวิพากษ์วิจารณ์เรื่องราวต่าง ๆ มีความช่างสงสัย มีความสนใจและพึงพอใจในการซักถามปัญหา มีวินัยในการคิด มีความต่อต้านความเป็นอัตตา มีความพร้อมที่จะวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง

4. คุณลักษณะด้านความเข้าใจและการเห็นคุณค่า

คุณลักษณะด้านนี้ หมายถึง การมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.1 ความเข้าใจและเห็นคุณค่าเกี่ยวกับประวัติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในวิวัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนได้มีส่วนช่วยเหลือเกื้อกูล และสร้างสรรค์ผลงานขึ้นมา มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์

4.2 ความเข้าใจและเห็นคุณค่าในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม ได้แก่ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าที่สังคมได้เป็นรากฐานของการพัฒนาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าที่วิทยาศาสตร์ได้อุดหนุนเกื้อกูลให้สังคมก้าวหน้าและพัฒนาขึ้น มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมวิทยาศาสตร์กับสังคม

4.3 ความเข้าใจและเห็นคุณค่าของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคุณลักษณะของความเป็นชั่วคราวและการปรับปรุงได้ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของพลังและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในผลงานของตนเองและความเป็นหนึ่งทางวิชาการต่อนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการใช้แนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของความละเอียดถี่ถ้วนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในศักยภาพของแต่ละบุคคล และพลังของความพยายามร่วมกัน มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในธรรมชาติของความเป็นเหตุเป็นผล ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่อง และของสภาพความน่าจะเป็นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

5. คุณลักษณะด้านค่านิยมและ/หรือความเชื่อ

เป็นคุณลักษณะด้านค่านิยมและ/หรือความเชื่อ ที่เกี่ยวกับปรัชญา คุณธรรม จริยธรรม สังคม การเมือง ฯลฯ ดังนี้

5.1 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงปรัชญา ได้แก่ มีค่านิยมและ/หรือความเชื่อว่าการจรรโลงเป็นของจริง สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้โดยการสังเกตและการคิดอย่างมีเหตุผล

5.2 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงคุณธรรมจริยธรรม ได้แก่ มีค่านิยมและ/หรือความเชื่อที่ว่าตัววิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์จะต้องรับผิดชอบต่อผลสืบเนื่องจากการแปลความหรือการนำผลงานของเขาไปใช้ มีค่านิยมและ/หรือความเชื่อว่าการอุทิศทุ่มเทเพื่อมวลมนุษยชาติเป็นอุดมการณ์ที่สูงส่งที่สุด

5.3 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงสังคม ได้แก่ มีค่านิยมและ/หรือความเชื่อที่ว่าวิทยาศาสตร์ต้องตอบสนองต่อความต้องการของสังคม มีค่านิยมและ/หรือความเชื่อที่ว่าวิทยาศาสตร์จะเจริญงอกงามเพื่อผู้ได้ดีที่สุดในสังคมที่มีความเป็นอิสระ มีความเป็นประชาธิปไตย

จะเห็นได้ว่าคุณลักษณะด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องมีคุณลักษณะครบทุกประการจึงจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี หรือเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดี และในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งก็ไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมเพื่อปลูกฝังคุณลักษณะให้ครบทั้งหมด แต่ผู้สอนก็ต้องพยายามจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อปลูกฝังคุณลักษณะดังกล่าวให้เกิดขึ้นกับนักเรียนให้มากที่สุด การวัดและประเมินผลก็เช่นเดียวกัน ไม่มีเครื่องมือชิ้นใดชิ้นหนึ่ง หรือวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่จะสามารถวัดคุณลักษณะดังกล่าวพร้อมกันในครั้งเดียว ดังนั้นจึงต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย วัดและประเมินพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาในระยะเวลายาวนานพอสมควร และต้องประเมินอย่างสม่ำเสมอ เทคนิควิธีที่นิยมใช้วัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัย ได้แก่ มาตรฐานประมาณค่าของไลเคิร์ต (Likert scale) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเขียนบรรยายความเห็นหรือความรู้สึก การซักถามและการสัมภาษณ์ รายการบันทึกพฤติกรรม เป็นต้น

8.3 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย

ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นความสามารถในการปฏิบัติงานอย่างคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญและแสดงออกได้อย่างอัตโนมัติ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ในการทำปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาเหล่านั้น นักเรียนจะเป็นผู้คิดหาวิธีการ เลือกวิธีการ ดำเนินการตามวิธีการที่คิดขึ้นด้วยตนเองจนได้คำตอบของปัญหา ดังนั้นทักษะพิสัยในการเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ได้หมายความว่าถึง

เฉพาะความชำนาญในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้เท่านั้น แต่ขยายวงกว้างออกไปครอบคลุมทั้ง ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) ซึ่งจะควบคุมการปฏิบัติการให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ราบรื่น รวมทั้งช่วยให้การออกแบบ วางแผน และแก้ปัญหา เป็นไปอย่างเหมาะสม และทักษะปฏิบัติ (Manual skills) ซึ่งเป็นความสามารถในการลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลอง เพื่อศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ อย่างถูกต้องตามเทคนิควิธี จึงอาจเรียกทักษะพิสัยในการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องจากทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีขอบข่ายกว้างขวาง และมีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายรูปแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงแนวคิดของทาเมียร์ และลูเนตดา (ธงชัย ชิวปรีชา, 2537 : 65-67; อ้างอิงจาก Doran, 1980. *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*.) ซึ่งกล่าวว่า นักเรียนที่มีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการกำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า
- 1.2 ความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับผลที่จะได้

จากการศึกษาค้นคว้า

- 1.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่จะทำการทดสอบในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ
- 1.4 ความสามารถในการออกแบบวิธีการสังเกตหรือการวัดตัวแปรต่าง ๆ
- 1.5 ความสามารถในการออกแบบการทดลอง

2. ด้านการดำเนินการ ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการดำเนินการทดลองทั้งการทดลองเชิงคุณภาพ และการทดลองเชิงปริมาณ

- 2.2 ความสามารถในการใช้เครื่องมือ
- 2.3 ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองทั้งข้อมูล

เชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

- 2.4 ความสามารถในการคิดคำนวณผลการทดลอง
- 2.5 ความสามารถในการตัดสินใจเลือกและประยุกต์เทคนิคที่จะใช้ในการทดลอง
- 2.6 ความสามารถในการทำงานตามแผนที่ตนเองได้จัดทำไว้

3. ด้านการวิเคราะห์และแปลความหมาย ประกอบด้วย

3.1 ความสามารถในการแปลงผลการทดลองให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ ฯลฯ

3.2 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
 3.3 ความสามารถในการหาขอบเขตความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 3.4 ความสามารถในการระบุและอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด และ/หรือข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้านั้น ๆ

3.5 ความสามารถในการสร้างและเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า
 3.6 ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ
 3.7 ความสามารถในการสร้างคำถามใหม่หรือนิยามปัญหาใหม่ ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วย

4.1 ความสามารถในการใช้ข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งหรือเรื่องใหม่ ๆ
 4.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานใหม่โดยอาศัยข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้
 4.3 ความสามารถในการนำเทคนิควิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ไปใช้กับปัญหาอื่นหรือตัวแปรอื่น

การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุม จะต้องใช้วิธีการหลายๆ แบบ เช่น การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ ตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ การทดสอบภาคปฏิบัติ การใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบ เป็นต้น

สำนักทดสอบทางการศึกษา (กรมวิชาการ. 2545 : 4-5) และ สสวท (2545 :160)

กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ของผู้เรียน และเพื่อช่วยซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ

2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเอง ว่าบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

3. เพื่อใช้ข้อมูลสรุปผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยมีแนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
 2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
 3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ต้องนำไปสู่การแปลผล และลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัดและโอกาสของการประเมิน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ระบุว่า การวัดและประเมินผลการเรียนจะต้องสอดคล้องและครอบคลุมมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นเป้าหมาย สำหรับสิ่งที่ต้องวัดและประเมินผล นั้น สสวท (2546 : 11-16) จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ รู้ข้อเท็จจริง จำ หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศได้

1.2 ความเข้าใจ พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

1.3 การนำไปใช้ พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ นำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

1.4 การวิเคราะห์ พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ แยกแยะแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่าย

1.5 การสังเคราะห์ พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.6 การประเมินค่า พฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ ตัดสินใจเลือก

2. ด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 กระบวนการเรียนรู้ ครอบคลุมถึง การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ดังนี้

2.1.1 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ประกอบด้วย ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมิน

2.1.2 การแก้ปัญหา พฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผล การแก้ปัญหา การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

2.1.3 การสื่อสาร พฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีการสื่อสารความรู้ หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดเห็น แสดงออกด้วยการให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้ พูด

หรือเขียน ในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก การจัดแสดงผลงานหรือสาธิต สื่อสารด้วย เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.4 การนำความรู้ไปใช้ พฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อสังคม การดำรงชีวิต และตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงออกด้วยการ ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบ สิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์ และวิธีการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยี เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 ทักษะปฏิบัติ ครอบคลุมถึง การรับรู้ การเตรียมความพร้อม การตอบสนอง การ ฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ และการเชื่อมโยงทักษะ ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออก ของผู้เรียน ดังนี้

2.2.1 การรับรู้ พฤติกรรมที่แสดงออก คือ ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่างๆ

2.2.2 การเตรียมความพร้อม พฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีความพร้อมที่จะลงมือ ปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ

2.2.3 การตอบสนอง พฤติกรรมที่แสดงออก คือ ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือ ตามแผนที่วางไว้

2.2.4 การฝึกฝน พฤติกรรมที่แสดงออก คือ ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความชำนาญ

2.2.5 การปฏิบัติจนทำได้ พฤติกรรมที่แสดงออก คือ ฝึกฝนจนทำได้เองโดยอัตโนมัติ

2.2.6 การเชื่อมโยงทักษะ พฤติกรรมที่แสดงออก คือ ประยุกต์หรือใช้ทักษะ ที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะอื่นๆ หรือใช้ร่วมกับทักษะอื่น

3. ด้านเจตคติ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียน ที่ใช้ระยะเวลาพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจ ความอดทน ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง ความมีเหตุผล และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความพอใจ ในการเรียนรู้ ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงาน เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษการใช้ เทคโนโลยี เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดและ ปฏิบัติ ตั้งใจเรียน ใช้ความรู้อย่างมีคุณธรรม และใช้ความรู้โดยไตร่ตรองถึงผลดีผลเสีย

โดยทั่วไป พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. รับรู้ พฤติกรรมที่แสดงออกคือ สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง พฤติกรรมที่แสดงออกคือ ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า พฤติกรรมที่แสดงออกคือ แสดงความรู้สึกชื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ พฤติกรรมที่แสดงออกคือ จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ พฤติกรรมที่แสดงออกคือ เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

จากแนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ให้สอดคล้องและครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียน และประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผลจากการประเมินสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาการของนักเรียน และกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครู

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

อัจฉรา แก้วมณี (2540) ศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี เพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามจุดประสงค์ของหลักสูตร โดยศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทักษะสามกลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ ตามหลักการของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี จังหวัดราชบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้

แบบสอบถามกับนักเรียนจำนวน 514 คน แล้วสุ่มแบบมีระบบนักเรียนจำนวน 100 คน มาสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง 2) นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์นั้น มีแนวโน้มสูงกว่าระดับปานกลาง 3) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ละระดับกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ชี้ถึงข้อสังเกตที่น่าสนใจว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของในด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จรรยาพรณ์ เนื่องฤทธิ์ (2538) ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ที่เรียนวิชา ว 421(เคมี) จำนวน 60 คน จับฉลากแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน คือ ด้านการนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านพัฒนาการของความรู้ ด้านการใช้ข้อความที่รัดกุม ด้านการตรวจสอบได้ และด้านการเป็นสหวิชา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม มีความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยภาพรวมและตามตัวแปรย่อย 4 ด้าน คือ ด้านการนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านพัฒนาการของความรู้ และด้านการตรวจสอบได้ ส่วนด้านการใช้ข้อความที่รัดกุม และด้านการเป็นสหวิชาไม่แตกต่างกัน

นักศึกษาลักสูตร กศ.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน 4 ด้าน แบ่งออกเป็น 12 ด้านย่อย ประกอบด้วย 1) ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 4 ด้านย่อย คือ ความแท้จริง ความสม่ำเสมอ ความเป็นเหตุภาพ และความสามารถศึกษาเข้าใจได้ 2) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 6 ด้านย่อย คือ ความบริสุทธิ์ ความสร้างสรรค์ พัฒนาการ ความสมบูรณ์และเรียบง่าย ความสามารถทดสอบได้ และความเป็นเอกภาพ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีและสังคม แบ่งออกเป็น 2 ด้านย่อย คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รายละเอียดและผลของการศึกษา สรุปได้ดังนี้

คารุณี งอสน (2542) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 9 จำนวน 2,839 คน; ชำนาญ อินทรสมบัติ (2542) ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 ปี การศึกษา 2540 จำนวน 3,506 คน; พงษ์ศักดิ์ ไชยมาตย์ (2542) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4,988 คน; จันจิรา ดี ยิง (2543) ศึกษาเปรียบเทียบความ เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระปริยัติธรรม กลุ่มโรงเรียนที่ 11 จำนวน 1,052 คน; ทศนา วิจิตร พจน์ (2543) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม จำนวน 2,074 คน; พรสิทธิ์ กัวนามน (2543) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 908 คน; วิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์ (2544) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานการ ประถมศึกษาจังหวัดนครพนม จำนวน 2,741 คน ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ

- 1) นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยรวมทั้ง 4 ด้าน และด้านย่อย 12 ด้าน ในระดับปานกลางถึงมาก
- 2) นักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากกว่า มีความเข้าใจใน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์น้อยกว่า

เลเดอร์แมน และโอมอลลี (Lederman; & O'Malley.1990 : 225-239) ศึกษาการรับรู้ เกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงได้ของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 69 คน ที่ลงทะเบียน เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 19 คน ชีววิทยา 33 คน เคมี 9 คน และฟิสิกส์ 8 คน ในระดับชั้นเกรด 9-12 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตชนบท แบ่งเป็นเพศ 36 คน และเพศหญิง 33 คน โดยใช้ครูสอน 3 คน การเก็บข้อมูลใช้การสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า

- 1) นักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ/ความเชื่อทางวิทยาศาสตร์จาก ก่อนเรียน แต่นักเรียนไม่สามารถพบแหล่งที่ทำให้เกิดความเชื่อ และการเปลี่ยนแปลงความเชื่อเกี่ยวกับ ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ได้ แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้โดยได้รับการสอน และการเรียนธรรมชาติดังกล่าวอย่างจริงจัง

- 2) นักเรียนรับรู้ว่าการทำปฏิบัติการจะได้ผลออกมาในลักษณะคล้ายคลึงกันหรือ เหมือนกับที่รู้มาก่อนแล้ว ดังนั้น การทำปฏิบัติการจึงไม่ใช่วิธีที่ดีที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ เชิงวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

- 3) นักเรียนรับรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาไม่ได้ทำให้การดำรงชีวิต

ประจำวันของพวกเขาเปลี่ยนแปลงไป

ไมซ์ทรี (Meichtry. 1992 : 389-407) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6,7 และ 8 โรงเรียนชานเมือง จำนวน 1,004 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ซึ่งใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย BSCS(Biological Science Curriculum Study) ที่เน้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยใช้หลักสูตรเดิม เครื่องมือวัดเป็นแบบทดสอบ MNSKS(Modified Nature of Scientific Knowledge Scale) แบบ Likert-Scale 5 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ด้านความสร้างสรรค์ พัฒนาการ สามารถทดสอบได้ และความเป็นเอกภาพของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า

1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจด้านพัฒนาการและด้านสามารถทดสอบได้ลดลง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจลดลงเฉพาะด้านความสร้างสรรค์

2) นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจด้านสามารถทดสอบได้มากกว่านักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ไมซ์ทรี(Meichtry. 1993 : 435-38) ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วง 3 ทศวรรษ (1950-1980) ที่เรียนวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรที่เน้นการพัฒนาความแตกฉานเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ TOUS(Test on Understanding Science) NSKS(Nature of Scientific Knowledge Scale) และNOSS (Nature of Science Scale) ผลการศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. ด้านความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และธรรมชาติความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

1.1 นักเรียนระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัยมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ เช่น ผลการศึกษาวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ความรู้ที่สมบูรณ์ไม่สามารถโต้แย้งได้ ทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกจะเป็นกฎ นักเรียนไม่เข้าใจว่า ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ยังสามารถแก้ไขได้ กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกันในการใช้อธิบาย ไม่เข้าใจว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ซึ่งไม่สมบูรณ์และสามารถที่จะแก้ไขได้ ตลอดจนสามารถตรวจสอบได้เสมอ

1.2 นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจธรรมชาติความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพียงพอ เช่น ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มีความบริสุทธิ์(Amoral) เป็นผลผลิตที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์(Creative) เป็นความรู้ที่ยังไม่สมบูรณ์สามารถแก้ไขได้ (Tentative) สามารถตรวจสอบและทดสอบได้

(Testable) และมีความเป็นเอกภาพ(Unified) แต่ไม่เชื่อว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์และเรียบง่าย (Parsimonous)

1.3 การที่ผลการศึกษาจากนักวิจัยต่างๆ มีความไม่สอดคล้องกัน อาจเนื่องมาจากการกำหนดความหมาย “การมีความเข้าใจอย่างเพียงพอ” ไม่เหมือนกัน การกำหนดองค์ประกอบความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ การใช้กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน เช่น กลุ่มที่มุ่งเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือกลุ่มที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบอาชีพด้านนี้ เป็นต้น

2. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตรวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และธรรมชาติความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

2.1 นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เมื่อครูใช้รูปแบบภาษาแตกต่างกันในการถ่ายทอดแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน และครูส่วนมากทำให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สมบูรณ์แล้ว

2.2 ตำราเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู มีผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนหรือผิดพลาด ส่วนมากครูไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่าง ความจริง มโนคติ กฎ หลักการ

2.3 การใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์การสอนอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ทำให้นักเรียนพัฒนาและปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ครูที่มีความพึงพอใจในการสอนวิทยาศาสตร์ สนับสนุนส่งเสริมความคิดและการกระทำของนักเรียน และใช้สถานการณ์ในปัจจุบันมาสอนในห้องเรียน มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

2.4 ตำราเรียนและการสอนของครู ที่ไม่ได้เน้นการมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง ระหว่าง เนื้อหา กระบวนการ และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

กริฟฟิธส์ และแบร์รี่(Griffiths; & Barry. 1993 : 35-37) ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ ความจริงเชิงวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี และกฎ ของนักเรียนปีสุดท้าย 32 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 17-20 ปี จากโรงเรียน 8 โรงเรียน ที่เป็นตัวแทนในแคนาดา โดยสุ่มมาจาก 4 กลุ่ม คือ “Academic Science” Non- Academic Science ” “Academic Non-Science” และ “Non- Academic Non-Science” โดยใช้การสัมภาษณ์แบบอัดเทป และชุดคำถาม แล้วตรวจสอบแผ่นคำตอบของนักเรียนหลังการสัมภาษณ์ 1 เดือน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียน 2 ใน 3 ไม่เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องใช้โครงสร้างเชิงทฤษฎีเป็นตัวกำหนดธรรมชาติของการสังเกต

2. นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่รวบรวมไว้ และเมื่อมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ความรู้นั้นก็ยิ่งใกล้ความจริงแท้มากขึ้น และไม่เข้าใจว่าต้องมีการปฏิรูปทางวิทยาศาสตร์ด้วย

3. เชื่อว่า ข้อเท็จจริงและกฎเป็นสิ่งที่แท้จริง แต่ทฤษฎียังไม่เป็นสิ่งที่แท้จริง ยังเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้อีก ทั้งนี้ความจริง และกฎ เองก็ยังคงถูกแก้ไขปรับปรุงได้เหมือนกัน

4. เชื่อว่ากฎเป็นความรู้ระดับสูงกว่าทฤษฎี และเชื่อว่าเมื่อทฤษฎีกลายเป็นกฎ ทั้ง 2 ก็มีหน้าที่เหมือนกัน โดยทฤษฎีทำหน้าที่อธิบาย แต่กฎไม่ได้ทำหน้าที่ดังกล่าว นักเรียนไม่รู้ว่า กฎและทฤษฎีต่างก็ความเกี่ยวข้องกันเสมอ แต่นักเรียนกลับมองเห็นว่ามีความเกี่ยวข้องระหว่างข้อเท็จจริงกับกฎ และข้อเท็จจริงกับทฤษฎี เท่านั้นไม่ทราบว่ทั้ง 3 อย่างต่างมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน

กริฟฟิธส์ และบาร์แมน (Griffiths; & Barman. 1993 : 69-71) ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของข้อเท็จจริงเชิงวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี และกฎ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากอเมริกา แคนาดา และออสเตรเลีย ประเทศละ 32 คน ซึ่งถูกสุ่มจากประชากรย่อย 4 กลุ่ม คือ “Academic Science” Non- Academic Science ” “Academic Non-Science” และ “Non- Academic Non-Science” ซึ่งกลุ่ม Academic เป็นนักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ ร้อยละ 75 ขึ้นไป ส่วนกลุ่ม Non-Academic Science เป็นนักเรียนที่สนใจวิทยาศาสตร์และเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นสูง โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ ซึ่งผู้สัมภาษณ์สามารถซักถามไล่เลียงความเข้าใจของนักเรียน จนเกิดความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ และทุกครั้งที่มีการสัมภาษณ์จะบันทึกด้วยเทป เพื่อนำมาถอดข้อความสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 เห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2. นักเรียนเกือบทั้งหมดเห็นว่าวิทยาศาสตร์ต่างไปจากสาขาวิชาอื่น ๆ แต่ให้เหตุผลต่างกัน เช่น มีนักเรียนให้เหตุผลว่า เป็นสาขาวิชาที่ไม่เกี่ยวข้องกับประชาชน ไม่เกี่ยวข้องอย่างจริงจังกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความสร้างสรรค์เลย

3. นักเรียนส่วนมากเข้าใจว่าวิธีการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบลองผิด-ลองถูก

4. นักเรียนจากอเมริกาเชื่อว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

นักเรียนจากแคนาดาเชื่อว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้อันเนื่องมาจากมีแนวความคิดที่หลากหลายต่างกัน ส่วนนักเรียนจากออสเตรเลียเชื่อว่าวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเทคโนโลยีและเครื่องมือต่าง ๆ

5. นักเรียนออสเตรเลียประมาณร้อยละ 60 เชื่อว่าการสังเกตไม่ได้ใช้กรอบความคิดเชิงทฤษฎีชี้นำ แต่อีกร้อยละ 25 เชื่อว่าการสังเกตต้องมีทฤษฎีเสมอ

6. นักเรียนเกือบร้อยละ 40 เชื่อว่าความรู้ที่เป็นความจริงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

7. นักเรียนส่วนมากมีแนวความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์เหมือนกับสมมุติฐาน หรือแนวความคิดของบุคคล ซึ่งเป็นคำอธิบายที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และทฤษฎีเป็นการเดาอย่างมีวิชาการ

8. นักเรียนประมาณร้อยละ 40 เข้าใจว่า กฎ เป็นความแท้จริงสุดท้ายและเป็นทฤษฎีที่ไม่เปลี่ยนแปลง

กริฟฟิธส์ และบาร์แมน (Griffiths; & Barman . 1995 : 248-255) ได้ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก 3 ประเทศ คือ อเมริกา ออสเตรเลีย และแคนาดา จำนวนกลุ่มละ 32 คน รวม 96 คน โดยใช้การสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผลการศึกษาที่สำคัญพบว่า

1. นักเรียนออสเตรเลียมากกว่าร้อยละ 50 มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติ แต่นักเรียนอเมริกาและแคนาดา เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. นักเรียนอเมริกาส่วนมาก และนักเรียนแคนาดา ประมาณ 1 ใน 3 เห็นว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบเป็นแบบจักรกลนิยม (Mechanistic Traditional Scientific Method) แต่ไม่พบในนักเรียนออสเตรเลีย

3. นักเรียนมากกว่า 3 ใน 4 เชื่อว่าวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและเครื่องมือต่าง ๆ และนักเรียนแคนาดาให้เหตุผลว่า เกิดจากการมีแนวความคิดใหม่ และการปฏิรูปทางวิทยาศาสตร์ด้วย อย่างไรก็ตามนักเรียนอเมริกันมากกว่าครึ่งหนึ่งเห็นว่าการวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งเชื่อว่า วิทยาศาสตร์ใช้เหตุผลแบบอุปนัยมากกว่านิรนัย และยอมรับว่าวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสังเกต แต่เห็นต่างกันว่า การสังเกตต้องอาศัยกรอบทฤษฎีเป็นเครื่องชี้นำ และการสังเกต ไม่ต้องอาศัยกรอบทฤษฎีเป็นเครื่องชี้นำ

5. นักเรียนส่วนมากมีความเห็นว่า ความรู้ที่เป็นความจริงต้องมีความเชื่อถือได้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ก่อนจะถึงระดับนั้นต้องเกิดความสงสัยในความเป็นจริงก่อนด้วย

6. นักเรียนส่วนมากเชื่อว่า ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้และมองว่าทฤษฎีก็คือสมมุติฐานนั่นเอง แต่เป็นการเดาอย่างไม่มีวิชาการ และทฤษฎีเป็นกฎที่ยังไม่สมบูรณ์

แทเมอร์ (Tamir. 1994 : 99-116) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความ
 คิดเห็นเกี่ยวกับงานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 5, 9 และ 12 ระดับละประมาณ 2,000 คน โดย
 ใช้แบบสอบถามเลือกตอบ วัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 ด้านความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อมนุษย์และสังคม ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ต่อการดำรงชีวิต
 ประจำวัน และโทษของวิทยาศาสตร์ต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ผลการศึกษา พบว่า

1. นักเรียนมีความเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในด้าน
 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ด้านวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ และ
 งานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

2. มีปัจจัยหลายประการที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 แตกต่างกัน ที่สำคัญได้แก่ เชื้อชาติ แผนการเรียน และความมุ่งหวังในการเรียนเพื่อออกไปประกอบ
 อาชีพ แต่ความเข้าใจดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ตามตัวแปรเพศ พื้นความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์
 สภาพแวดล้อมในการเรียนและวิธีการสอน เป็นต้น

3. มีปัจจัยหลายประการที่มีความสัมพันธ์กับการมีเจตคติต่องานเชิงวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์ เพศ ตัวแปร เกี่ยวกับบ้านและโรงเรียน แผนการเรียน การเลือกอาชีพ
 ในอนาคต เป็นต้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน
 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า

งานวิจัยภายในประเทศส่วนใหญ่ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามความ
 เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของ
 วิทยาศาสตร์ในระดับปานกลางถึงมาก แต่นักเรียนไม่ได้นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ
 วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านจริยธรรม
 ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

งานวิจัยต่างประเทศ มีทั้งการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีข้อค้นพบ
 ที่สำคัญสรุปได้ ดังนี้

1) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 เพียงพอ แต่มีความเข้าใจในด้านอื่น ๆ ไม่เพียงพอ

2) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้หากได้รับการเรียนการสอน
 เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง

3) ตำราเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู มีผลต่อความเข้าใจธรรมชาติของ
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยตำราเรียนและการสอนของครูที่ไม่ได้เน้นการมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง

ระหว่าง เนื้อหา กระบวนการ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การใช้รูปแบบภาษาที่แตกต่างกันในการถ่ายทอดแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และครูส่วนมากทำให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สมบูรณ์แล้ว

4) การเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดและการกระทำของนักเรียน การใช้สถานการณ์ในปัจจุบันมาสอนในห้องเรียน การใช้วัสดุอุปกรณ์การสอนอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

5) การทำปฏิบัติการที่ได้ผลออกมาในลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเหมือนกับที่รู้มาก่อนแล้วไม่ใช่วิธีที่ดีที่จะทำให้ นักเรียนเข้าใจว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

6) นักเรียนมีความเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาไม่ได้ทำให้การดำรงชีวิตประจำวันของพวกเขาเปลี่ยนแปลงไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจหรือศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ/หรือขั้นบูรณาการของนักเรียน การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการต่างกัน การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแล้ว ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรหรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น ๆ เช่น

รัตน์ะ บัวรา (2540) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สุมาลี สีมืด (2543) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก ด้วยชุดการฝึก จำนวน 8 ชุด และทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบ ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการฝึก มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์(เกณฑ์ คือ ร้อยละ 60)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดแบบต่าง ๆ และ/หรือความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น

จิต นวนแก้ว (2543) ศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้เทคนิคการส่งเสริมการคิดขั้นสูง 18 เทคนิค คือ การระดมสมอง การระบุลักษณะสำคัญและการจัดทำรายการ การสังเคราะห์ลักษณะ การได้วาทีกลุ่ม การเปรียบเทียบ Synectics การคิดแปลกแยก การสรุปอ้างอิง การยอมรับข้อสรุป การนิรนัย การประเมินข้อโต้แย้ง การลงข้อสรุป กระบวนการคิดประเมินผล กระบวนการคิดตัดสินใจ การสุ่ม การลองผิดลองถูก การทำปัญหาให้ง่ายลง การสร้างตารางและการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงโดยรวม และคิดแต่ละประเภท คือ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ญาณ การคิดประเมินผล การคิดตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหา หลังทดลองสูงขึ้น

บุญยี่ง วรณศิริกุล (2540) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 35 คน ได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเกี่ยวกับจริยธรรมในวิชาชีพพยาบาล ซึ่งเป็นวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์วิชาชีพหนึ่ง เช่น

กาญจนา ปัญญานนท์วาท (2539) ศึกษาผลของการใช้กรณีศึกษาในการสอนทางคลินิกที่มีต่อความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมในการปฏิบัติการพยาบาลสุติศาสตร์ ของนักศึกษาพยาบาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมในการปฏิบัติการพยาบาลสุติศาสตร์ของนักศึกษาพยาบาล ก่อนและหลังการทดลองทางคลินิกโดยใช้กรณีศึกษา และเปรียบเทียบความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมในการปฏิบัติการพยาบาลสุติศาสตร์

ของนักศึกษาพยาบาลกลุ่มที่ได้รับการสอนทางคลินิกโดยใช้กรณีศึกษากับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยทดสอบค่า t ผลการวิจัยพบว่า ความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมในการปฏิบัติการพยาบาลสู่ติศาสตร์ของนักศึกษาพยาบาลหลังการสอนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมของกลุ่มทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพ็ญวรรณ พัทธสังคราม (2539) ได้ศึกษาสถานการณ์เชิงจริยธรรมและความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล ในการปฏิบัติการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 390 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ที่วัดความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรม วัดเจตคติต่อผู้ป่วยจิตเวช และวัดเจตคติต่อการดูแลผู้ป่วยจิตเวช ผลการวิจัยพบว่า สถานการณ์จริยธรรมที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ การเคารพสิทธิของผู้ป่วย ค่าเฉลี่ยของความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมของนักศึกษาอยู่ในระดับต่ำ นักศึกษาที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีค่าเฉลี่ยความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีพฤติกรรมจริยธรรมต่ำกว่าชั้นปีอื่น ๆ

ศรีเกียรติ อนันต์สวัสดิ์ (2540) ได้พัฒนารูปแบบการสอนบูรณาการเพื่อส่งเสริมจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล ในวิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข โดยบูรณาการวิธีสอน การกระจำค่านิยม การประชุมปรึกษาทางคลินิก และการเสนอกรณีศึกษา ในการสอนวิชาสุขภาพจิตและการพยาบาลจิตเวช 1 ทำการทดลองเปรียบเทียบความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า ความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมของนักศึกษา กลุ่มทดลองก่อนการสอนและหลังการสอนภาคทฤษฎีไม่มีความแตกต่างกัน แต่คะแนนเฉลี่ยความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมก่อนการสอนภาคปฏิบัติและหลัง

จิราพร วัฒนศรีสิน (2547) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล โดยการประเมินพฤติกรรมเชิงจริยธรรม และเจตคติเชิงจริยธรรม ด้านความรับผิดชอบ ความเมตตา กรุณา ความซื่อสัตย์ ความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาลต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของอาจารย์ประจำกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2546 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครศรีธรรมราช จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แบบประเมินคุณลักษณะเชิงจริยธรรม และแบบประเมินความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาพยาบาลที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีพฤติกรรมเชิงจริยธรรม ด้านความรับผิดชอบ ด้านความเมตตา กรุณา และด้านความซื่อสัตย์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิงจริยธรรม ด้านความรับผิดชอบ ด้านความเมตตา กรุณา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความซื่อสัตย์ไม่แตกต่างกัน และนักศึกษาพยาบาลมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้อาจารย์ประจำกลุ่มเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ประเมินสัมฤทธิ์ผลด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 -3 ปีการศึกษา 2548 ด้วยข้อสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาโดยสาขาประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการประเมิน 7 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ โดยแยกระดับพฤติกรรมเป็น 3 ระดับ คือ ความรู้ความจำ-ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ ปรากฏว่า มีคะแนนเฉลี่ย 41.57, 40.32 และ 32.28 ตามลำดับ

10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า นักเรียนขาดทักษะการคิด การแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมีความต้องการสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดให้โรงเรียนจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมใหม่ ๆ อย่างหลากหลาย ให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความถนัด ความสนใจ ความต้องการ และความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่ครูส่วนใหญ่มีภาระงานมาก และขาดประสบการณ์ในการจัดทำสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมให้สอดคล้องกับเป้าหมายและมาตรฐานของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานยังได้กำหนดให้สอดคล้องแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทุกสาระ ทุกช่วงชั้น แต่จากการวิเคราะห์หนังสือเรียน สื่อการเรียนการสอน พบว่า มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนน้อย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า ตำราเรียนและการสอนของครู ที่ไม่ได้เน้นการมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเนื้อหา กระบวนการ และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ

ไม่เพียงพอ จะไม่สามารถนำเอาความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอย่างมีความรับผิดชอบ ขาดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นในการตัดสินใจของตนเอง หรือสนับสนุนการตัดสินใจของสังคม เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต ในทางกลับกัน การสอนของครูที่สนับสนุนส่งเสริมความคิดและการกระทำของนักเรียน การใช้วัสดุอุปกรณ์การสอนอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ การใช้สถานการณ์ในปัจจุบันมาสอนในห้องเรียน สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาและปรับปรุงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้น และใช้สถานการณ์ในปัจจุบันมาสอนในห้องเรียน และการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มมากขึ้น จากสภาพการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ขึ้น ตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

กรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นสาระการเรียนรู้ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และบุคคลต่าง ๆ ที่กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยสรุปเป็นขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ประการ ประกอบด้วย

- 1) ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
- 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4) ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

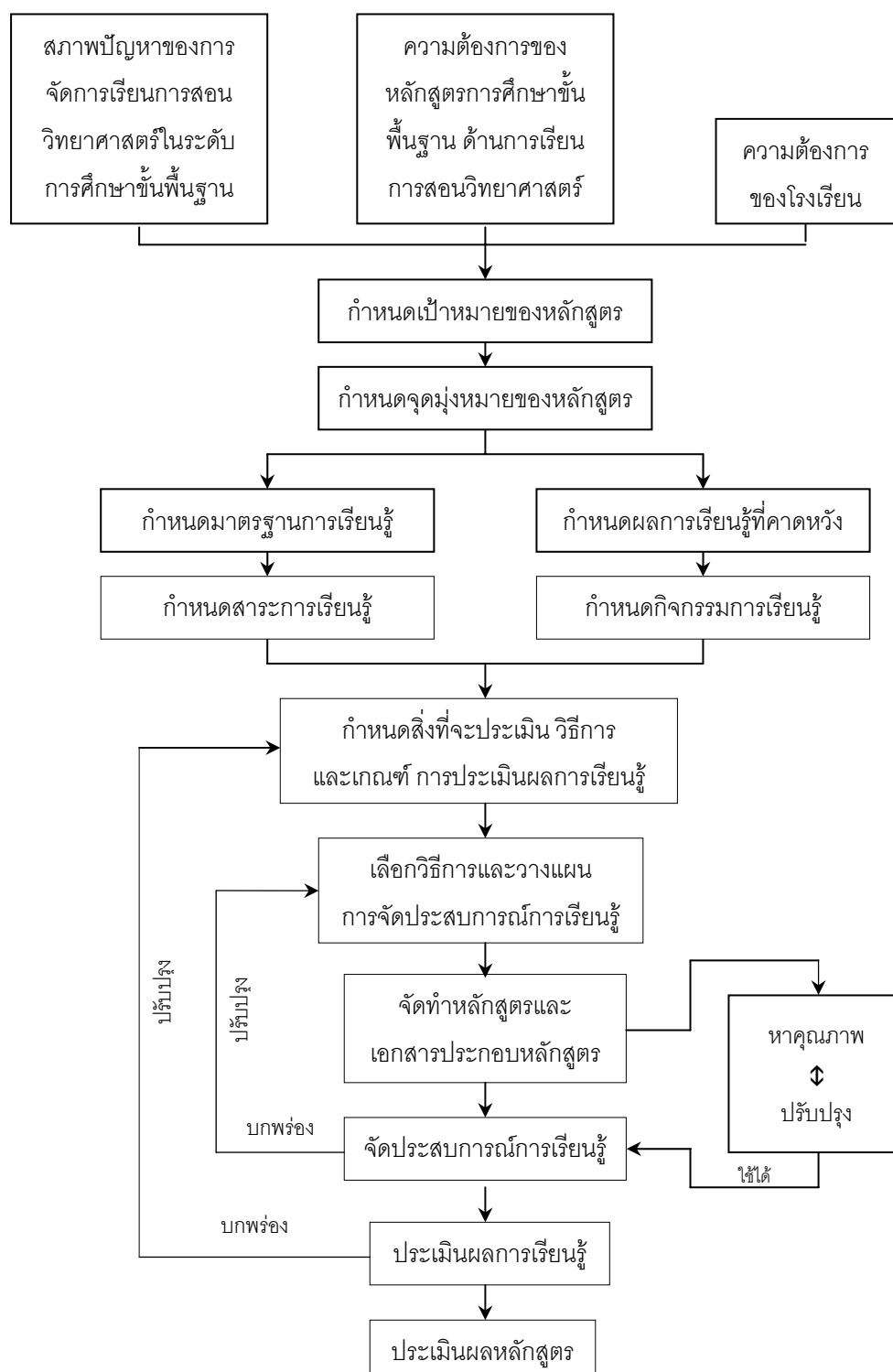
กรอบแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร ผู้วิจัยสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

- 1) การพัฒนาหลักสูตรควรเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ไม่หยุดนิ่ง มีความยืดหยุ่น และมีการปรับปรุงอยู่เสมอ
- 2) ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร ควรได้มาจากหลาย ๆ แหล่ง เช่น จากสังคม โรงเรียน นักเรียน หลักสูตรแกนกลาง ธรรมชาติของศาสตร์แขนงนั้น ๆ ทฤษฎีการเรียนรู้ เป็นต้น
- 3) การพัฒนาหลักสูตรควรให้ความสำคัญต่อการกำหนดจุดมุ่งหมาย การเลือกและการจัดเนื้อหาสาระ การเลือกวิธีการและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน และการวัดและประเมินผล เท่า ๆ กัน เพราะทุกส่วนต่างส่งผลต่อความสำเร็จของหลักสูตร

4) การพัฒนาหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพควรมีการประเมินควบคู่กันไปด้วย ในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา

จากแนวความคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้



ภาพประกอบ 5 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

กรอบแนวคิดในการประเมินหลักสูตร

จากการศึกษารูปแบบการประเมินหลักสูตร ผู้วิจัยสรุปแนวคิดได้ดังนี้

1) การประเมินหลักสูตรควรดำเนินการเป็นระยะๆ ทั้งก่อนนำหลักสูตรไปใช้ ระหว่างการใช้ และหลังการใช้หลักสูตร

2) การประเมินหลักสูตรควรกระทำควบคู่ไปกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน

3) การประเมินหลักสูตร ควรประเมิน

- เอกสารหลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่า จุดหมาย จุดประสงค์ โครงสร้าง เนื้อหาสาระ และวิธีการวัดและประเมินผล มีความสอดคล้อง เหมาะสม ครอบคลุม และถูกต้องตามหลักการพัฒนา หลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารให้เข้าใจและมีความชัดเจนในการนำไปสู่การปฏิบัติ หรือไม่ หลักสูตรที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ และสามารถสนองความต้องการของสังคมและนักเรียนมากน้อยเพียงใด

- การใช้หลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริง เพียงใด มีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้สามารถใช้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เพื่อตรวจสอบความสำเร็จของหลักสูตร โดยพิจารณาจาก ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ทั้งด้านวิชาการและด้านอื่น ๆ เช่น บุคลิกภาพ ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความซื่อสัตย์ เป็นต้น

- ระบบหลักสูตร เพื่อตรวจสอบหลักสูตรในภาพรวมทั้งระบบ

4) ในการประเมินผลหลักสูตร นอกจากจะพิจารณานักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไป ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใดแล้ว ยังควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เวลาที่ใช้ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้แก่นักเรียน ความพร้อมในด้านสถานที่และสื่อการเรียนการสอน ความพึงพอใจของครูและนักเรียนที่ใช้หลักสูตร

5) การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร ควรเก็บรวบรวมข้อมูลทุกชนิด ที่สามารถสังเกตได้ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเวลา ทำให้ไม่สามารถติดตามประเมินผล การใช้หลักสูตรในระยะยาวได้ ผู้วิจัยจึงจะทำการประเมินหลักสูตร โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. การประเมินหลักสูตรก่อนการทดลองใช้ เป็นการประเมินหลักสูตรฉบับร่าง และ เอกสารประกอบหลักสูตร หลังจากทีสร้างเสร็จ โดยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยทำการประเมินองค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร แต่ละองค์ประกอบ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบปยุตต์ เพื่อหาคุณภาพ และปรับปรุงส่วนที่บกพร่องให้มีคุณภาพดีขึ้นเบื้องต้น

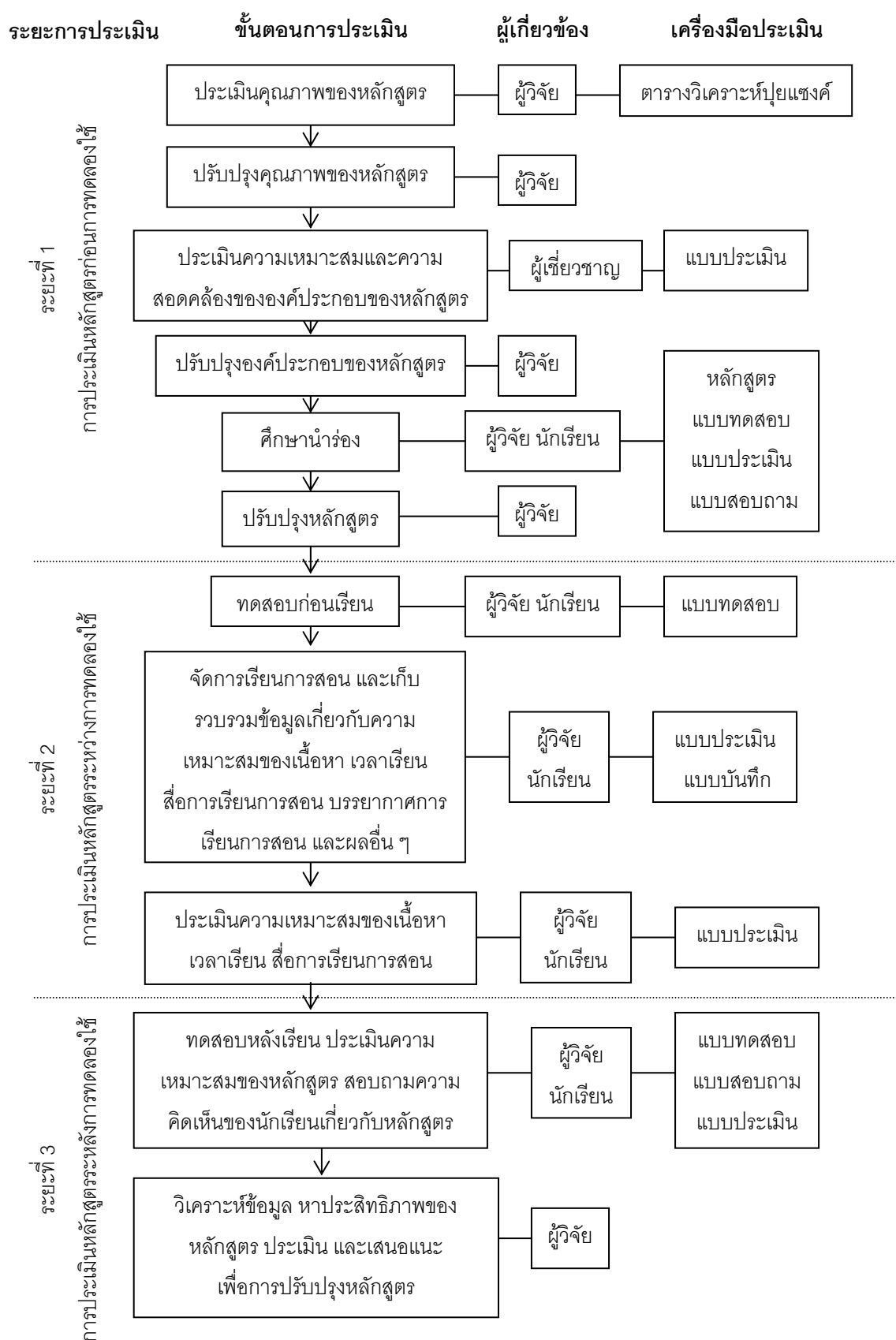
2) นำหลักสูตรที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องภายในของหลักสูตร แล้วทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3) นำหลักสูตรไปศึกษานำร่อง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการศึกษานำร่อง แล้วปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้เหมาะสม

2. การประเมินหลักสูตรระหว่างการทดลองใช้ เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นระหว่างการนำหลักสูตรไปทดลองใช้ในสภาพจริง โดยพิจารณาความเหมาะสมของ เนื้อหาสาระ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ บรรยายาการเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการทดลองใช้หลักสูตร

3. การประเมินหลักสูตรหลังการทดลองใช้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับหลักสูตร

รูปแบบและกระบวนการประเมินหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สรุปเป็นแผนภาพได้ ดังภาพประกอบ 6



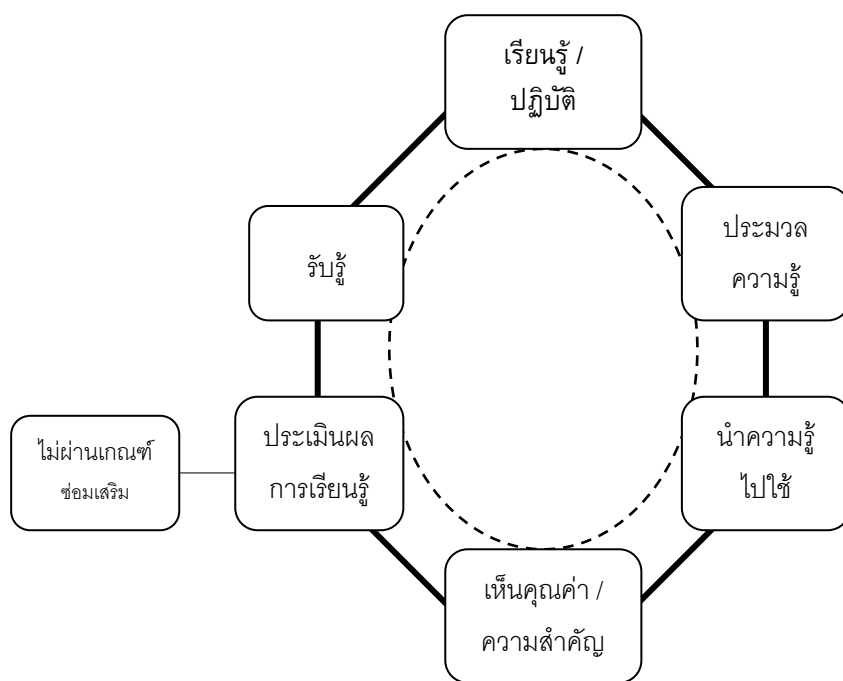
ภาพประกอบ 6 รูปแบบและกระบวนการประเมินหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอน

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้แง่คิดว่า การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอน การให้นักเรียนได้รับรู้จุดมุ่งหมายของเรื่องที่เรียนอย่างชัดเจน การนำเสนอสถานการณ์ปัจจุบันที่ใกล้ตัวนักเรียนมาใช้ในการเรียนการสอน การให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบกระตือรือร้นและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายและและเกิดการเรียนรู้ได้ดี นอกจากนี้ยังได้แง่คิดว่าทักษะทางปัญญา เช่น การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จิตสำนึกเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้หากได้รับการฝึกฝนที่เหมาะสมและเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 เป็นเด็กในวัยที่ชอบความแปลกใหม่และท้าทาย การจัดการเรียนการสอนด้วยขั้นตอนที่ซ้ำ ๆ กันทุกครั้ง จะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นรับรู้ เป็นขั้นเตรียมความพร้อมในด้านร่างกาย จิตใจ และความรู้ สำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ เช่น รับรู้ว่าจะต้องเรียนและเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน รับรู้ข้อตกลง รับรู้ว่าจะเรียนเรื่องอะไร ด้วยวิธีการใด รับรู้จุดมุ่งหมาย หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเรื่องที่จะเรียน รับรู้ว่ามีสิ่งใดที่รู้แล้ว สิ่งใดที่ยังไม่รู้และที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม รับรู้มโนทัศน์กว้างล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน
 2. ขั้นเรียนรู้ เป็นขั้นของการค้นคว้า ทดลอง หรือปฏิบัติกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
 3. ขั้นประมวลความรู้ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้และจัดระบบให้มีความหมายต่อการเรียนรู้มากขึ้น
 4. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหา อภิปราย แสดงความคิดเห็น ในประเด็นหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
 5. ขั้นเห็นคุณค่า เป็นขั้นของการกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาถึงประโยชน์ หรือความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้เห็นคุณค่าของความรู้นั้น
 6. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะ ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ เพียงใด
- ทั้งนี้ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



หมายเหตุ

— หมายถึง แต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน

- - - หมายถึง ลำดับขั้นตอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้

ภาพประกอบ 7 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของเพียเจต์ และทฤษฎีพัฒนาการทางจริยธรรมของโคห์ลเบิร์ก และแนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม ทำให้เกิดความเข้าใจว่าพัฒนาการทางจริยธรรมของเด็กเกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสภาพแวดล้อม โดยพัฒนาการจะเป็นไปตามลำดับขั้น ตามช่วงอายุ แต่อาจจะเร็ว-ช้าแตกต่างกัน ดังนั้น นักเรียนในชั้นเรียนเดียวกัน อาจอยู่ในขั้นพัฒนาการทางจริยธรรมที่ต่างกันได้ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จะอยู่ในขั้นการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม ขั้นที่ 4 คือ ขั้นการทำตามหน้าที่ทางสังคม ตามแนวคิดของโคห์ลเบิร์ก ซึ่งนักเรียนวัยนี้ จะรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนในสังคม รู้ว่าสังคมคาดหวังที่จะให้ตนทำหน้าที่ตามกฎหมายต่าง ๆ ตามที่สังคมกำหนด และจะตัดสินใจโดยถือว่าตนมีหน้าที่ที่จะทำสิ่งนั้น ในฐานะที่ตนเป็นหน่วยหนึ่งของสังคมนั้น สำหรับนักเรียนที่มีพัฒนาการการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมช้า จะอยู่ในขั้นที่ 3 คือ จะคล้อยตามความเห็นชอบหรือการชักจูงของผู้อื่นได้ง่าย ส่วนผู้ที่มีพัฒนาการการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมเร็ว ก็อยู่ในขั้นที่ 5 คือ เห็นแก่ประโยชน์ของคนหมู่มาก ไม่ทำตนให้ขัดต่อสิทธิอันพึงมีพึงได้ของผู้อื่น เด็กในวัยนี้จึงเป็นวัยที่เหมาะสมที่จะปลูกฝังจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงจริยธรรมทั่วไป

เป็นอย่างยิ่ง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาจิตสำนึกเกี่ยวกับ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ดังนี้

1) จัดสิ่งเร้าให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะและขอบข่ายของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

2) จัดสิ่งเร้าให้นักเรียนเห็นคุณค่าของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต หรือที่เป็นประเด็นทางสังคม ซึ่งสามารถใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมาวิเคราะห์ อภิปรายโต้แย้ง และลงความเห็นร่วมกันได้ เช่น ประเด็นเกี่ยวกับการใช้และการพัฒนาแหล่งพลังงาน การสื่อสาร การผลิตอาหารและเครื่องนุ่งห่ม จากพืชตัดแปลงพันธุกรรม เป็นต้น มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ บทบาทของตนเองและของผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถได้พัฒนาจริยธรรมในขั้นที่สูงขึ้นไปได้

4) จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีเสรีภาพในการพูด การแสดงความคิดเห็น การได้รับการยอมรับ และปลอดภัยจากการถูกกล่าวโทษ ต่าง ๆ

5) สอดแทรกการฝึกจิตสำนึกเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาคุณลักษณะนั้นเป็นลักษณะนิสัยของตนได้ในที่สุด

กระบวนการเรียนการสอน จะใช้วิธีการทำค่านิยมให้กระจ่างเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

กรอบแนวคิดในการประเมินผลการเรียนรู้

เนื่องจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นตัวบ่งชี้ผลสำเร็จของหลักสูตร ดังนั้น การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จึงมีความสำคัญในขั้นตอนนี้

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยสรุปแนวคิดได้ว่า

1) การประเมินผลการเรียนรู้ควรสอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนการสอน

2) การประเมินผลการเรียนรู้ควรให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาสาระ และพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยเนื้อหาสาระ ควรประเมินความรู้ที่จำเป็นพื้นฐาน ทักษะการปฏิบัติที่สำคัญ และทักษะการคิดและการแสวงหาความรู้ของการเรียนรู้นั้น ส่วนพัฒนาการของการเรียนรู้ ควรประเมินพัฒนาการของความรู้พื้นฐาน พัฒนาการของทักษะการปฏิบัติ และพัฒนาการของทักษะการคิดและการแสวงหาความรู้

3) เพื่อให้เห็นพัฒนาการของการเรียนรู้ ควรทำการประเมินทั้งก่อนการเรียนการสอน ระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน

4) ควรใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย และเหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้

จากแนวความคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. วัดและประเมินความรู้พื้นฐานด้าน ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบ วิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียน
2. ระหว่างการเรียนการสอน วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้ง 4 ด้าน เป็น ระยะ ๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานนักเรียน และวิธีการอื่น ๆ ตามความเหมาะสม
3. หลังจบการเรียนการสอนตามหลักสูตร วัดและประเมิน ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการ ตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการของการเรียนรู้ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ครั้งนี้ ดำเนินการในลักษณะการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการวางแผน สร้าง และพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วย

- 1.1 การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร
- 1.2 การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและการประเมินหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร เป็นการจัดทำหลักสูตรฉบับร่างและเอกสารประกอบหลักสูตร
ขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

- 2.1 การออกแบบหลักสูตร
- 2.2 การจัดทำหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

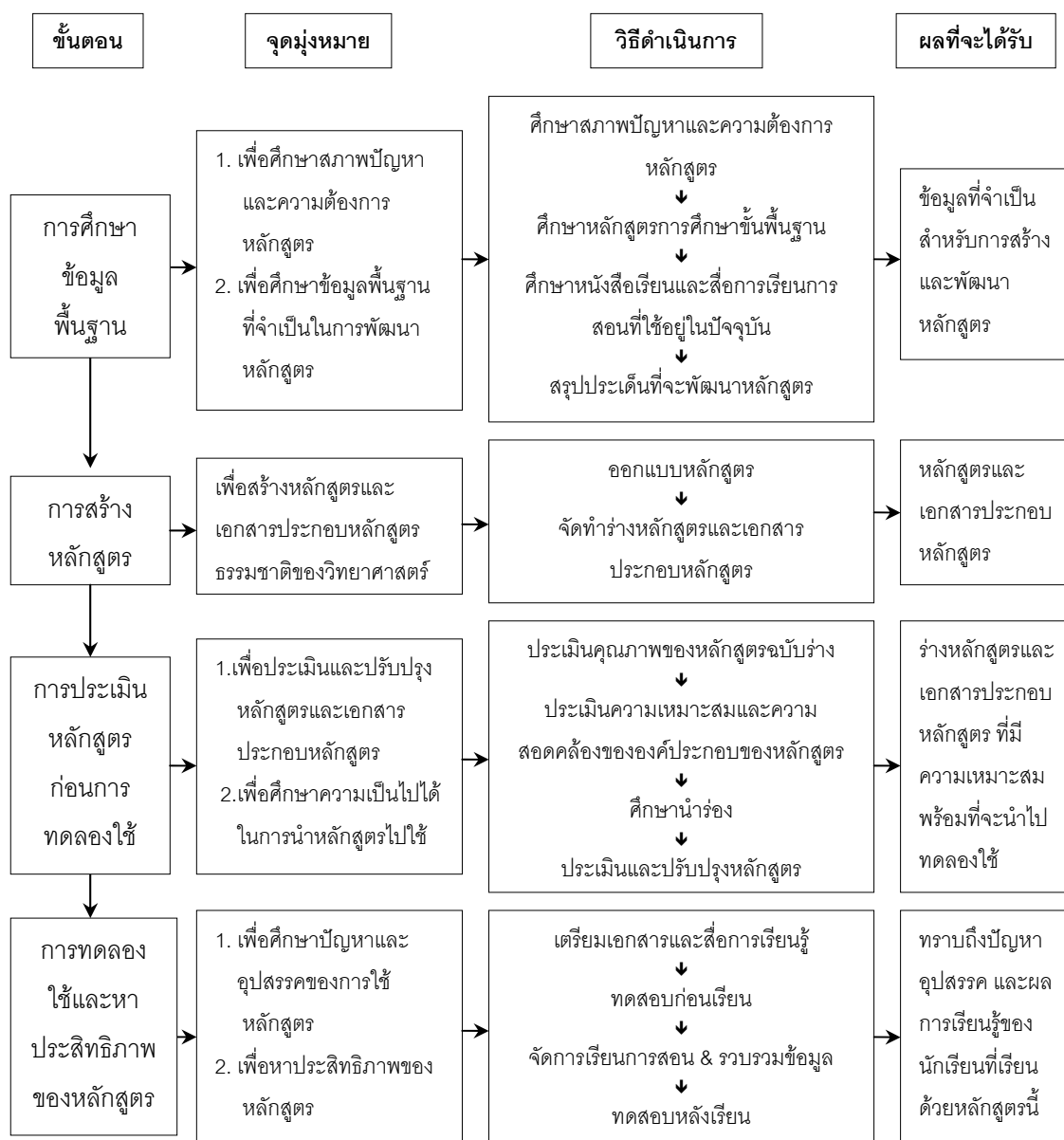
ขั้นตอนที่ 3 การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้ เป็นการประเมินหลักสูตรที่สร้างขึ้น เพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่าง ๆ และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้
ขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

- 3.1 การประเมินคุณภาพของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร
- 3.2 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร
- 3.3 การศึกษานำร่อง

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร เป็นการนำหลักสูตรที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคเมื่อนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง
ขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

- 4.1 การทดลองใช้หลักสูตร
- 4.2 การหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 8 กระบวนการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการหลักสูตรสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน และศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ดังนี้

1.1.1 ศึกษาปัญหาการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ความต้องการหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม และความพร้อมที่จะให้ความร่วมมือในการวิจัย ของโรงเรียนระยองวิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนต้นสังกัดของผู้วิจัย โดยการสัมภาษณ์รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารงานวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.1.2 ศึกษาความต้องการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.1.3 วิเคราะห์หนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร การประเมินหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เมื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นแล้ว นำมาสรุปประเด็นที่จะพัฒนาหลักสูตร
2. สังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร การประเมินหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร การประเมินหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

จุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และเอกสารประกอบหลักสูตร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และจิตวิทยาการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และแนวการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การออกแบบหลักสูตร ดำเนินการดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วสรุป เป็นโครงสร้างของหลักสูตร ประกอบด้วย ชื่อหลักสูตร ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร หลักการของ หลักสูตร เป้าหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หน่วยการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.2 กำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบของหลักสูตรให้สอดคล้องกับความมุ่งหมาย ของการวิจัย และตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

1) ชื่อหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2) ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร

กำหนดให้สอดคล้องกับข้อมูลจากการวิเคราะห์ สภาพปัจจุบันและปัญหา ของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป้าหมายในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ของ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยใช้ให้เห็นว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จะช่วยแก้ปัญหาที่มีอยู่ได้อย่างไร

3) หลักการของหลักสูตร

กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในการ จัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

4) เป้าหมายของหลักสูตร

กำหนดให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และให้ครอบคลุมด้านความรู้ ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรม

5) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

กำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และจุดมุ่งหมาย ของการ จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรม และเหมาะสมกับความสามารถตามวัยของนักเรียน โดยคาดหวังว่าหากได้ ดำเนินการตามหลักสูตรแล้วจะสามารถแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ และตอบสนองต่อจุดมุ่งหมายของการ จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้

6) มาตรฐานการเรียนรู้

กำหนดให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยระบุว่า

เมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว จะรู้และสามารถทำอะไรได้ รวมทั้ง จะมีคุณลักษณะอย่างไร

7) สาระการเรียนรู้

กำหนดขึ้นจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วกำหนดขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะใช้เป็นสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ตามวัยของนักเรียน และความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

8) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความสามารถตามวัยของนักเรียนและความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติให้บรรลุผลตามที่คาดหวังไว้ ทั้งด้านความรู้ ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรม

9) หน่วยการเรียนรู้

นำสาระการเรียนรู้มาแยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วนำหัวข้อย่อยมาจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การกำหนดรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้
2. คัดเลือกเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ มีประโยชน์ต่อนักเรียน และคาดว่าจะทำให้นักเรียนบรรลุถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้
3. ตั้งชื่อหน่วยการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้
4. พิจารณากำหนดเวลาที่จะใช้ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

เมื่อกำหนดรายละเอียดครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว จึงพิจารณาจัดลำดับจากหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสาระเป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไปสู่หน่วยการเรียนรู้ที่เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้

10) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แล้วสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และกำหนดแนว การวัดและ

ประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการประเมินพัฒนาการของนักเรียนให้ครบ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรม

2. การจัดทำหลักสูตร

นำองค์ประกอบของหลักสูตรมากำหนดรายละเอียดและจัดทำเป็นคำอธิบายหลักสูตร โดยดำเนินการ ดังนี้

1) สภาพปัญหาและความสำคัญของหลักสูตร

จากเป้าหมายที่สำคัญ ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

และจากมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่า เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว นักเรียน ควรสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แต่จากการศึกษาหนังสือเรียน และสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า เนื้อหา สาระและกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่ เน้นที่หลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของแต่ละสาระการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต อีกทั้งกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เพียงพอ ส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็น ในการตัดสินใจของตนเอง หรือสนับสนุนการตัดสินใจของสังคมเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อ การดำรงชีวิต ไม่สามารถนำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอย่างมีความรับผิดชอบ ขาดจิตที่คิดจะสืบค้น ขาดความสงสัย เชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่ายโดยปราศจากเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้อง เพียงพอ ก็จะมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ ของข้อมูลหลักฐานที่ใช้อ้างอิง มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

จากปัญหาและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ขึ้น เพื่อใช้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจ เรื่องราวหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม เคารพในความคิดและผลงานของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตร จะช่วยสะท้อนให้เห็นภาพโดยรวมของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม รวมถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น

2) เป้าหมายของหลักสูตร

2.1) เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแนวคิด หลักการ และกระบวนการ รวมทั้งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการเรียนและการดำเนินชีวิต มีทักษะในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3) หลักการของหลักสูตร

3.1) เป็นหลักสูตรที่มุ่งให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้

พัฒนากระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อันจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

3.2) เป็นหลักสูตรที่มีความยืดหยุ่น ทั้งด้านเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลา ในการจัดการเรียนการสอน ให้ครูสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของ ห้องเรียนและความสามารถของนักเรียน

4) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

- 4.1) เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 4.2) เพื่อให้มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 4.3) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์
- 4.4) เพื่อให้เข้าใจถึงมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม ที่ใช้เป็น หลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์
- 4.5) เพื่อให้สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย และตัดสินใจสนับสนุนหรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และ สิ่งแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

5) มาตรฐานการเรียนรู้

- 5.1) เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5.2) ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในการ แสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา
- 5.3) ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และข้อมูล ที่พิสูจน์ได้ เป็นหลักในการคิด การตัดสินใจ หรือการแก้ปัญหา
- 5.4) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม มีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กัน
- 5.5) อธิบายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม
- 5.6) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์

6) สาระการเรียนรู้

- 6.1) สืบค้นข้อมูล อธิบาย สรุปสาระสำคัญ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6.2) สืบค้นข้อมูล ออกแบบการทดลอง ทดลอง อภิปราย สรุป นำเสนอกระบวนการศึกษาและข้อค้นพบ

6.3) สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

6.4) สืบค้นข้อมูล และอภิปราย เกี่ยวกับอิทธิพลและผลกระทบที่เกิดจากการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อมมนุษย์และสภาพแวดล้อมทั้งในด้านบวกและด้านลบ

6.5) สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย หรือให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับกรณีศึกษาที่เป็นปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

6.6) สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน รวมทั้งผลร้ายที่เกิดขึ้น ถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม

7) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

7.1) อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้

7.2) ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้

7.3) อธิบายเหตุผลที่ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้

7.4) ระบุขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ได้

7.5) อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

7.6) สามารถแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

7.7) อธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

7.8) เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ และการสะสมความรู้อย่างต่อเนื่องกันมาหลายยุคหลายสมัย

7.9) เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการศึกษาค้นคว้าของมนุษย์ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า

7.10) อธิบายความหมายของเทคโนโลยีได้

7.11) บอกความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้

7.12) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้

7.13) อธิบายอิทธิพล และผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยี ที่มีต่อมนุษย์ และสภาพแวดล้อมทั้งในทางบวกและทางลบได้

7.14) ศึกษาหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และแหล่งความรู้ได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม

7.15) อธิบายความหมายของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ได้

7.16) อธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติอย่างไรจึงไม่ละเมิดแนวปฏิบัติที่พึงาม
ของสังคม

7.17) อธิบายได้ว่านักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรจึงถือว่าเป็นผู้มีจริยธรรม
ทางวิทยาศาสตร์

7.18) อธิบายถึงผลร้ายที่อาจเกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรมได้

7.19) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรม
ทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งลงไปต่อสถานการณ์ บุคคล
หรือสิ่งแวดล้อม

7.20) ใช้ข้อมูลที่พิสูจน์ได้ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการ
อภิปรายและตัดสินใจ สนับสนุนและ/หรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง
สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

8) หน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้พัฒนาขึ้นในลักษณะกิ่งบทเรียนสำเร็จรูป โดยบูรณาการ
เนื้อหาวิชาที่เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
มนุษย์ และสภาพแวดล้อม เข้ากับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ นักเรียน
มีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องในเรื่องดังกล่าว แล้วจึงใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียน
พบเห็นในชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การตัดสินใจ การแสวงหา
ความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และได้เห็นแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียน ไปใช้ประโยชน์ใน
ชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้
อย่างต่อเนื่องและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย ความหมายของวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงเบื้องต้น
ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และ
สภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และ ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

ขอบข่ายของเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ชาวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9) กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นรับรู้ เป็นขั้นเตรียมความพร้อมในด้านร่างกาย จิตใจ และความรู้ สำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ เช่น รับรู้ว่าจะต้องเรียนและเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน รับรู้ข้อตกลง รับรู้ว่าจะเรียนเรื่องอะไร ด้วยวิธีการใด รับรู้จุดมุ่งหมาย หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเรื่องที่จะเรียน รับรู้ว่ามีสิ่งใดที่รู้แล้ว สิ่งใดที่ยังไม่รู้และที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม รับรู้ในทัศนกว้างล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นเรียนรู้ เป็นขั้นของการค้นคว้า ทดลอง หรือปฏิบัติกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

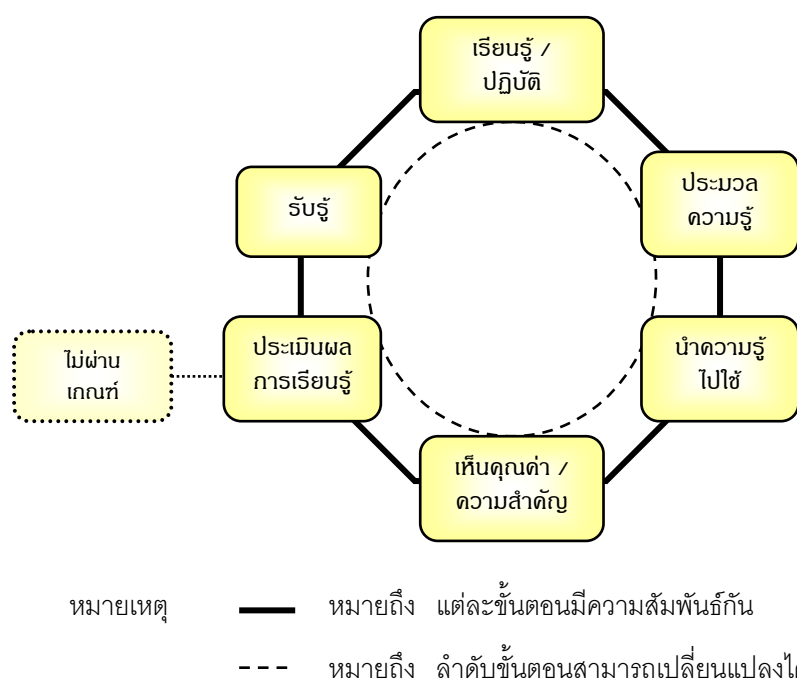
ขั้นประมวลความรู้ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้และจัดระบบให้มีความหมายต่อการเรียนรู้มากขึ้น

ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหา อภิปราย แสดงความคิดเห็น ในประเด็นหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นเห็นคุณค่า เป็นขั้นของการกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาถึงประโยชน์ หรือความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้เห็นคุณค่าของความรู้

ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะ ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ เพียงใด

ทั้งนี้ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว สรุปได้ ดังนี้



รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

10) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จะเน้นการวัดผลเพื่อประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ก่อนเรียน เป็นการวัดและประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเรียน ด้วยหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. ระหว่างเรียน จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้ การสอน โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การตรวจงาน และการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการสอนของครู และกระบวนการเรียนของนักเรียน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
3. หลังเรียน เป็นวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนจบหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อตัดสินผลการเรียน

3. การจัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนโดยสรุป ดังนี้

- 1) เขียนคำอธิบายภาพรวมของการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ของหลักสูตร
- 2) เขียนแนวการจัดการเรียนรู้
- 3) เขียนแนวการตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเกณฑ์การให้คะแนน
- 4) เขียนข้อบ่งชี้และเกณฑ์การประเมิน ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
- 5) เขียนเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้

4. การจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีขั้นตอนโดยสรุป ดังนี้

- 1) ศึกษาเนื้อหาของสาระของหลักสูตร แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อหาสาระ ของหลักสูตรกับตัวแปรที่ศึกษา
- 2) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ มาสร้างแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ด้านความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ และด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ
- 3) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 จำนวน ที่นักเรียนใช้ในการทำแบบทดสอบ และสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความยาก-ง่าย ของคำถาม และภาษา ที่ใช้ในแบบทดสอบ
- 4) คัดเลือกคำถามที่เป็นตัวแทนของตัวแปรแต่ละตัว รวม 20 ข้อ ประกอบด้วย คำถามด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ด้านความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ด้านการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ และด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ
- 5) เขียนแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบเป็นรายข้อ
- 6) นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วพร้อมด้วยแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุง
- 7) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ แนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน ตาม ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

5. การจัดทำแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดประเด็นที่ต้องการประเมิน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร และครอบคลุมนิยามศัพท์เฉพาะของตัวแปรที่ต้องการศึกษา
- 2) เขียนตัวบ่งชี้ผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในแต่ละตัวแปรที่ต้องการวัด
- 3) เขียนเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละด้าน
- 4) นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุง
- 5) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาข้อบกพร่องของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรที่สร้างขึ้น แล้วปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

วิธีการดำเนินงาน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 การประเมินและปรับปรุงร่างหลักสูตร ประกอบด้วย

3.1.1 การประเมินคุณภาพของร่างหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

จุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร แต่ละองค์ประกอบ แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีในเบื้องต้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร และตารางวิเคราะห์ปฏิกิริยา

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

1) ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากตัวอย่างตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบปฏิกิริยา ของ ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539 : 215-217) จัดพิมพ์ แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข

2) ตารางวิเคราะห์ปฏิกิริยา ผู้วิจัยนำมาจากหนังสือของ สุนีย์ ภูพันธ์ (2546: 279) จัดพิมพ์ แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล แยกประเมินองค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรแต่ละส่วน เพื่อดูว่าองค์ประกอบใดมีคุณภาพอย่างไร และพิจารณาปรับปรุงแก้ไขส่วนนั้นๆ ให้ดีขึ้น โดยดำเนินการ ดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรแต่ละส่วนเป็นข้อ ๆ แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละข้อที่รวบรวมได้ว่าเป็นความรู้ในลักษณะหรือแบบใด และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นั้นอยู่ในระดับใด บันทึกลงในตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร

ข้อ ที่	องค์ประกอบ	แบบ ความรู้	เหตุผล (เพราะช่วยให้ นักเรียนสามารถ...)	พฤติกรรมการเรียนรู้
จ1	จุดมุ่งหมาย เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์	เชื่อมโยง	อธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ ธรรมชาติ	อธิบาย
จ2	เพื่อให้เข้าใจจริยธรรมทาง วิทยาศาสตร์	เชื่อมโยง	อธิบายแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหา และใช้ความรู้	อธิบาย
จ3	เพื่อให้มีความสามารถในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหา	นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแสวงหา ความรู้	ประยุกต์ใช้
จ4	เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและ การตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหา	นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการคิดและ ตัดสินใจ	ประยุกต์ใช้
จ5	เพื่อให้สามารถใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหา ความรู้ การแก้ปัญหา และการ ตัดสินใจเรื่องราวทาง วิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อ ตนเอง สังคม และ สภาพแวดล้อมได้ อย่างมีเหตุผล และมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม มาตรฐานการเรียนรู้	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ม1	เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	เชื่อมโยง	อธิบายความสัมพันธ์/ความหมาย/วิธีการ	อธิบาย
ม2	ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ใน การแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ ที่	องค์ประกอบ	แบบ ความรู้	เหตุผล (เพราะช่วยให้ นักเรียนสามารถ...)	พฤติกรรม การเรียนรู้
ม3	ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และ ข้อมูลทีพิสูจน์ได้เป็นหลักในการ คิด การตัดสินใจ	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ม4	เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม มี ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน	แนวคิด	ผสมผสานความรู้แล้วทำให้เกิดแนวคิดหรือชี้ ประเด็นสำคัญของเรื่อง	ประยุกต์ใช้
ม5	มีจริยธรรมและค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่าง สร้างสรรค์	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน เกิดแนวคิดใหม่ ๆ/ค่านิยม	ประยุกต์ใช้
ก1	กระบวนการเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป สาระสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทาง วิทยาศาสตร์ และกระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ก2	ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการ ทดลอง อภิปราย สรุป นำเสนอ กระบวนการศึกษาและข้อค้นพบ	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ก3	สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป สาระสำคัญเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ก4	สืบค้นข้อมูล และอภิปราย เกี่ยวกับอิทธิพลและผลกระทบ ที่เกิดจากการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม ทั้งในด้านบวกและด้านลบ	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ ที่	องค์ประกอบ	แบบ ความรู้	เหตุผล (เพราะช่วยให้ นักเรียนสามารถ...)	พฤติกรรม การเรียนรู้
ก5	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้ และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และนักเรียน รวมทั้งผลร้ายที่จะเกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจนสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ก6	นำความรู้ กระบวนการ และจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิดและตัดสินใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบ ต่อตนเอง สังคม และสภาพแวดล้อม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ผ1	อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจนสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ2	ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้	เชื่อมโยง	บรรยายข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์	อธิบาย
ผ3	อธิบายเหตุผลที่ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้	แนวคิด	ชี้ประเด็นที่เป็นเหตุผลให้ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์	ประยุกต์ใช้
ผ4	ระบุขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ได้	แนวคิด	บรรยายขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์	อธิบาย
ผ5	อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้	แนวคิด	ชี้ให้เห็นแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ประยุกต์ใช้
ผ6	สามารถแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	แก้ปัญหา	นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ผ7	แยกแยะสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ และสิ่งที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ออกจากกันได้	แนวคิด	จำแนกสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์	จำแนก

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ ที่	องค์ประกอบ	แบบ ความรู้	เหตุผล (เพราะช่วยให้ นักเรียนสามารถ...)	พฤติกรรม การเรียนรู้
ผ8	เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการ แสวงหาความรู้ และการสะสม ความรู้อย่างต่อเนื่องกันมาหลาย ยุคหลายสมัย	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ9	เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการศึกษาค้นคว้าของ มนุษย์ ดังนั้น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่อาจ เปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานใหม่ ที่ดีกว่า	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 10	อธิบายความหมายของเทคโนโลยี ได้	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 11	บอกความแตกต่างระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้	แนวคิด	ผสมผสานความรู้เข้าด้วยกันจนทำให้ สามารถจำแนกสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	จำแนก
ผ 12	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้	แนวคิด	ผสมผสานความรู้เข้าด้วยกันจนทำให้ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	อธิบาย
ผ 13	อธิบายอิทธิพลและผลกระทบ จากการใช้เทคโนโลยีที่มีต่อ มนุษย์และสภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบได้	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 14	ศึกษาหาความรู้หรือแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และแหล่งความรู้ได้ อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการและจริยธรรมทาง วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้
ผ 15	อธิบายความหมายของจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ได้	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ ที่	องค์ประกอบ	แบบ ความรู้	เหตุผล (เพราะช่วยให้ นักเรียนสามารถ...)	พฤติกรรม การเรียนรู้
ผ 16	บอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ควร ปฏิบัติอย่างไรจึงไม่ละเมิดแนว ปฏิบัติที่สังคมของสังคม	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 17	อธิบายได้ว่านักเรียนควรปฏิบัติ อย่างไรจึงถือว่าเป็นผู้มี จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 18	อธิบายถึงผลร้ายที่อาจเกิดขึ้นถ้า นักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรมได้	หลักการ	ผสมผสานแนวคิดหลายๆแนวเข้าด้วยกันจน สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง	ประยุกต์ใช้
ผ 19	ใช้หลักการและกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ รวมทั้งข้อมูลที่ พิสูจน์ได้ เป็นหลัก ในการคิดและ การตัดสินใจเรื่องราวทาง วิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อ ตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้าน จริยธรรม	แก้ปัญหา	นำความรู้และกระบวนการและจริยธรรมทาง วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้	ประยุกต์ใช้

2) นำองค์ประกอบที่รวบรวมได้ใส่ลงในตารางวิเคราะห์ปฏิกิริยา

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์แบบปฏิกิริยา

พฤติกรรมการเรียนรู้	รูปแบบของความรู้					
	ลูกโซ่ (1)	เชื่อมโยง (2)	ผสมผสาน (3)	แนวคิด (4)	หลักการ (5)	แก้ปัญหา (6)
บอกชื่อ/ชี้ (1)						
เลือก/บอกลักษณะ (1)						
บอกกฎเกณฑ์ (1)						
จัดลำดับ (2)						
สาธิต (2)						
สร้าง (3)						

ตาราง 6 (ต่อ)

พฤติกรรมการเรียนรู้	รูปแบบของความรู้					
	ลูกโซ่ (1)	เชื่อมโยง (2)	ผสมผสาน (3)	แนวคิด (4)	หลักการ (5)	แก้ปัญหา (6)
อธิบาย/บรรยาย (3)		จ1 จ2 ม1 ผ2 (24)		ผ4 ผ12 (24)		
จำแนก/แยกแยะ (3)				ผ7 ผ11 (24)		
ประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ (3)				ม4 ผ3 ผ5 (36)	ม5 ก1 ก2 ก3 ก4 ก5 ผ1 ผ6 ผ8 ผ9 ผ10 ผ13 ผ15 ผ16 ผ17 ผ18 (240)	จ3 จ4 จ5 ม2 ม3 ก6 ผ14 ผ19 (144)

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สูตรของปุยแซงค์คำนวณหาค่าคุณภาพ แล้วนำค่าที่คำนวณได้มาแปลผล โดยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

$$\text{สูตร P.M.} = \frac{\text{ผลบวกของน้ำหนักของทุกช่องในตารางปุยแซงค์}}{\text{จำนวนข้อที่นำมาวิเคราะห์}}$$

เกณฑ์ที่ใช้การแปลผล

ค่า P.M. 1 - 3.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพต่ำหรือควรแก้ไข

ค่า P.M. 4 - 9.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพปานกลางหรือใช้ได้

ค่า P.M. 10 – 18 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพสูงหรือดีมาก

(P.M. แทน คุณภาพของหลักสูตร ย่อมาจาก The Puisse Measure)

(ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. 2539 : 291-220)

ผลการคำนวณได้ค่าคุณภาพ = 12.05 ซึ่งแปลผลได้ว่า หลักสูตรมีคุณภาพสูง

การปรับปรุงหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

พิจารณาองค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร แต่ละด้าน แล้วปรับปรุงแก้ไขด้านที่มีค่าคุณภาพต่ำให้มีคุณภาพดีตามเกณฑ์

3.1.2 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องกันภายในของ องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

จุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาข้อบกพร่องของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

ผู้ประเมิน เป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการ พัฒนาหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตร มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด และมีที่ว่างให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง หลักสูตรแต่ละองค์ประกอบ

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตร มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง และมีที่ว่าง ให้ ผู้เชี่ยวชาญเขียนข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงหลักสูตรแต่ละองค์ประกอบ

ตอนที่ 3 เป็นข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงแก้ไข หลักสูตรให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

- 1) ศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร
- 2) กำหนดประเด็นสำคัญที่จะประเมินแล้วเขียนคำถามให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ
- 3) นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข
- 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุม ปริญญาบัตร แล้วจัดทำเป็นแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญและนำหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร และแบบประเมิน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน พร้อมทั้งนัดหมายวันรับแบบประเมินคืน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการดังนี้

1. เมื่อได้รับแบบประเมินคืนมาแล้ว นำแบบประเมินมาตรวจสอบความสมบูรณ์ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. วิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตรจากแบบประเมิน ตอนที่ 1 ด้วยการนำค่าน้ำหนักคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แล้วแปลความหมายค่าเฉลี่ย ซึ่งได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสม ของโครงร่างหลักสูตร

ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นที่พิจารณา	n = 5		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	SD	
ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร			
1. มีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2. มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
หลักการของหลักสูตร			
3. มีความชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
4. มีความเหมาะสมกับที่มาและความสำคัญของหลักสูตร	4.80	0.45	มากที่สุด
เป้าหมายของหลักสูตร			
5. มีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. เหมาะสมกับสภาพปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
7. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติจริง	4.80	0.45	มากที่สุด
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
8. มีความชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
9. ครอบคลุมเป้าหมายของหลักสูตร	5.00	0.00	มากที่สุด
10. เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	n=5		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	SD	
มาตรฐานการเรียนรู้			
11. มีความชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
12. ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	4.60	0.89	มากที่สุด
13. เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.40	0.55	มาก
14. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง	4.20	0.45	มาก
สาระการเรียนรู้			
15. มีความชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
16. เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
17. ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
18. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง			
19. มีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
20. เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
21. ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
22. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง	4.60	0.55	มากที่สุด
หน่วยการเรียนรู้			
23. เหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
24. ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5.00	0.00	มากที่สุด
25. การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
26. การเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่อง	5.00	0.00	มากที่สุด
27. กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้			
จัดการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
28. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะ			
ตามมาตรฐานการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน			
29. เวลาที่ใช้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ตลอดหลักสูตร เพียงพอที่จะทำให้			
นักเรียนเกิดการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก

ตาราง 7 (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	n=5		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	SD	
สื่อประกอบหลักสูตร			
30. เอกสารประกอบการเรียน (หน่วยการเรียนรู้ ในสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3) ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5.00	0.00	มากที่สุด
31. คู่มือการจัดการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระของหลักสูตร	4.80	0.45	มากที่สุด
32. คู่มือการจัดการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจแนวการจัดการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
33. ช่วยให้เข้าใจแนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
34. หนังสือเล่มเล็ก ชุดการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.60	0.55	มากที่สุด
35. หนังสือเล่มเล็ก ชุดจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เข้าใจผลร้ายที่จะเกิดขึ้นด้านวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
36. หนังสือเล่มเล็ก ชุดจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
37. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
38. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สะท้อน ความรู้ ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.60	0.55	มากที่สุด
39. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความยาก-ง่าย เหมาะกับระดับความรู้ของนักเรียน	4.20	0.45	มาก
40. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนสะดวกต่อการนำไปใช้	5.00	0.00	มากที่สุด

จากตาราง 7 ผลการประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตร พบว่า มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.20 – 5.00 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 0.55 แสดงว่าทุกองค์ประกอบของร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด โดยมีรายละเอียดสรุปได้ ดังนี้

1) ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีความเห็นตรงกัน กล่าวคือ ที่มาและความสำคัญของหลักสูตรมีความชัดเจน และมีความเหมาะสมกับสภาพปัญหา ในระดับมากที่สุด

2) หลักการของหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของหลักการของหลักสูตรในระดับมากที่สุด

3) เป้าหมายของหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเป้าหมายของหลักสูตรมีความชัดเจน เหมาะสมกับสภาพปัญหา และมีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติจริง ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านตั้งข้อสังเกตว่าเป้าหมายดี แต่นักเรียนอาจยังไม่ซึมซับเป็นนิสัยจนนำไปปฏิบัติจริง เพราะเวลาน้อย

4) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า มีความชัดเจนในระดับมาก ครอบคลุมเป้าหมายของหลักสูตร และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการขยายความคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (จุดมุ่งหมายข้อที่ 6) เพราะมีความหมายกว้าง ไม่แน่ใจว่าผู้วิจัยต้องการใช้ในความหมายในฐานะ Science literacy หรือไม่

5) มาตรฐานการเรียนรู้

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า มีความชัดเจนและครอบคลุมจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ในระดับมากที่สุด เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และมีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง ในระดับมาก โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ข้อสังเกตว่า มาตรฐานอาจสูงไปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเรียงลำดับข้อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

6) สาระการเรียนรู้

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า มีความชัดเจน เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ และมีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง ในระดับมากที่สุด

7) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า มีความชัดเจน เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ และมีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ข้อสังเกตว่า เรื่องของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนอาจไม่สามารถรับเข้าใจเป็นนิสัยได้ในระยะเวลาอันสั้น เพราะจริยธรรมที่คาดหวังคงไม่เพียงพอแต่ให้นักเรียนทราบว่าจะไรถูก-ผิด

8) หน่วยการเรียนรู้

ผู้เชี่ยวชาญทุกคนมีความเห็นตรงกันว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด ทุกประเด็นที่พิจารณา อันได้แก่ ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ความครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ การเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่อง กิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้จัดการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1. ควรเขียนผังมโนทัศน์แสดงสาระการเรียนรู้หลักของแต่ละหน่วยการเรียนรู้
2. หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ควรแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อยเช่นเดียวกับหน่วยอื่นๆ
3. การเรียงลำดับเนื้อหา เรื่องจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อาจไม่ดึงดูดความสนใจ

ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

4. ควรทำให้จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดเด่นของหลักสูตร
5. หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ควรชี้ให้เห็นชัดว่าเป็นหน่วยบูรณาการ

9) เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเวลาที่ใช้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ตลอดหลักสูตร มีความเหมาะสมในระดับมาก คือ เพียงพอที่จะทำให้ นักเรียนเกิดการการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของทั้งหน่วยการเรียนรู้ด้วย เนื่องจากในเอกสารประกอบการเรียนกำหนดไว้เฉพาะเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมเท่านั้นจึงไม่ทราบว่า แบ่งเวลาแต่ละหน่วยอย่างไร

10) สื่อประกอบหลักสูตร

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็น และให้ข้อเสนอแนะในบางประเด็น ดังนี้

1. เอกสารประกอบการเรียน (สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3) ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในระดับมากที่สุด

2. คู่มือการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนการสอน และแนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในระดับมาก

3. หนังสือเล่มเล็ก ชุด การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับมาก โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ข้อเสนอแนะว่า การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการค้นพบที่มีการวางแผนไว้เป็นอย่างดี ที่ค้นพบโดยบังเอิญมีบ้าง แต่สื่อประกอบหลักสูตรที่ไม่มีจำกัด จะทำให้นักเรียนเข้าใจผิดว่าการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เป็นการค้นพบโดยบังเอิญ

4. หนังสือเล่มเล็ก ชุด จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เข้าใจผลร้ายที่จะเกิดขึ้นถ้า นักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม และช่วยกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด

11) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนความรู้ ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรมตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้ตั้งคำถามว่าจะให้สัดส่วนหรือนำหนักคะแนนระหว่าง ความรู้ ความสามารถ คุณธรรมจริยธรรม หรือไม่

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่าน ได้เสนอแนะให้เขียนคำอธิบายรายวิชาด้วย เนื่องจากหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นหลักสูตรรายวิชา เมื่อครูผู้สอนที่นำหลักสูตรไปใช้ได้อ่านคำอธิบายรายวิชา จะได้เห็นภาพรวมของเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน และผลที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนได้ทันที

3. วิเคราะห์ความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตร จากแบบประเมินตอนที่ 2 ด้วยการนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาให้ค่าน้ำหนักคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น -1

แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากสูตร $IOC = \sum R / N$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
			ของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่า นำไปใช้ได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 174)

ผลการประเมินความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตรตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นที่พิจารณา	n = 5	ความหมาย
	IOC	
1. ที่มาและความสำคัญกับหลักการของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
2. ที่มาและความสำคัญกับเป้าหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
3. ที่มาและความสำคัญกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
4. หลักการกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
5. หลักการกับมาตรฐานการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
6. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับมาตรฐานการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
7. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับหน่วยการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 8 (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	n = 5	ความหมาย
	IOC	
8. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
9. มาตรฐานการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	สอดคล้อง
10. หน่วยการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	สอดคล้อง
11. หน่วยการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้กับสื่อประกอบหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
13. กิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
14. การวัดและประเมินผลกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 8 ผลการประเมินความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 แสดงว่าองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น

การปรับปรุงร่างหลักสูตร

ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงองค์ประกอบของร่างหลักสูตร ดังนี้

- 1) ปรับปรุงจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้มีความชัดเจนมากขึ้นและสอดคล้องกัน
- 2) แบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ย่อย เท่ากันทุกหน่วย
- 3) เขียนโครงสร้างหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- 4) จัดทำหนังสือเล่มเล็ก ชุด การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่มีการวางแผนไว้เป็นอย่างดี เพิ่มเติม
- 5) กำหนดน้ำหนักคะแนนระหว่าง ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็น 3:1:1:1 ตามปริมาณเนื้อหาวิชาและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.2 การสร้าง ประเมิน และปรับปรุงเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.2.1 การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร
2) กำหนดประเด็นสำคัญที่จะทำการประเมินแล้วเขียนคำถามให้ครอบคลุม
ประเด็นสำคัญ ซึ่งได้คำถามจำนวน 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำถามแบบปลายเปิด
จำนวน 30 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบสำรวจรายการ จำนวน 30 ข้อ

3) ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 15 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
อยู่ในระดับ สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 5 คน แล้วจับเวลาให้นักเรียนใช้ในการทำแบบทดสอบ และ
สอบถามนักเรียนเกี่ยวกับคำถามในแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า นักเรียนใช้เวลาตอบแบบทดสอบ
ประมาณ 3 ชั่วโมง โดยตอนที่ 1 ใช้เวลา 150 นาที ตอนที่ 2 ใช้เวลา 30 นาทีโดยประมาณ จากการ
สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความยาก-ง่ายของแบบทดสอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น
ว่า คำถามไม่ยากแต่มีจำนวนมากเกินไป ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแบบทดสอบ โดยจัดกลุ่มคำถามใหม่ ตาม
ตัวแปรที่ต้องการวัด แล้วคัดเลือกคำถามที่เป็นตัวแทนของตัวแปรแต่ละตัว ได้คำถามจำนวน 20 ข้อ
ประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ กระบวนการแสวงหาความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ การคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ และจริยธรรมทาง
วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ

4) ปรับปรุงคำถามให้เป็นแบบปลายเปิดทั้งหมด สร้างเป็นแบบทดสอบแล้ว
เขียนแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละข้อ แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุม
ปริญญาบัณฑิต เพื่อตรวจสอบ เสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ความ
เที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

3.2.2 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการตรวจสอบความถูกต้องของแนว การตอบและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิง
โครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและประเมินความถูกต้องของแนวการตอบและ
ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและ
ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญและนำหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร และแบบประเมิน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน พร้อมทั้งนัดหมายวันรับแบบประเมินคืน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการดังนี้

1. เมื่อได้รับแบบประเมินคืนมาแล้ว นำแบบประเมินมาตรวจสอบความสมบูรณ์ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบจากแบบประเมิน ด้วยการนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาหาค่าน้ำหนักคะแนน แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่า นำไปใช้ได้

ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็น ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
1.	ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ใดๆ ในธรรมชาติ เกิดจากอิทธิพลหรือผลกระทบจากปรากฏการณ์อื่นเสมอ ไม่มีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้นโดยไม่มีสาเหตุ หรือเกิดขึ้นโดยอำนาจอื่นใดนอกเหนือจากอำนาจของธรรมชาติ [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (เหตุผล และตัวอย่างประกอบ).....	1.0	1.0	เที่ยงตรง
2.	ความจริงทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันต้องเหมือนกันทั่วโลก [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (เหตุผล และตัวอย่างประกอบ).....	1.0	1.0	เที่ยงตรง

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
3.	ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทุกทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับแล้วในปัจจุบัน จะยังคงเป็นที่ยอมรับ ในอีก 100 ปี ข้างหน้า [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (เหตุผล และตัวอย่างประกอบ).....	1.0	1.0	เที่ยงตรง
4.	ความรู้ใดๆ ก็ตามจะไม่ได้รับการรับรองว่าเป็นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ นอกเสียจากความรู้นั้นจะทดสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (เหตุผล และตัวอย่างประกอบ).....	1.0	0.8	เที่ยงตรง
5.	การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีลำดับ ขั้นตอน แน่นอน คือเริ่มต้นจากการตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน รวบรวม ข้อมูล และสรุปผล [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (เหตุผล และตัวอย่างประกอบ).....	0.8	0.8	เที่ยงตรง
6.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร	1.0	0.8	เที่ยงตรง
7.	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้วิถีชีวิตของมนุษย์ เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร	1.0	0.8	เที่ยงตรง
8.	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม อย่างไรบ้าง	1.0	0.8	เที่ยงตรง
9.	เมื่อพูดถึงวิทยาศาสตร์ เรามักจะคิดถึงทดลองควบคุมไปด้วย เสมอในชั่วโมงวิทยาศาสตร์ก็มักกล่าวถึงการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ และนักเรียนเองก็ได้ทำการทดลองเช่นเดียวกัน นักเรียนคิดว่าการทดลองมีความสำคัญอย่างไรต่อวิทยาศาสตร์	1.0	0.8	เที่ยงตรง
10.	การค้นคว้าทดลองหรือศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกัน จำเป็นหรือไม่ที่นักวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้วิธีการศึกษาทดลองที่เหมือนกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกันนั้น [] จำเป็น [] ไม่จำเป็น เพราะ.....	1.0	1.0	เที่ยงตรง

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
	ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 11 และ 12 ในการทดลองหาปริมาตรของวัตถุที่ไม่ใช่รูปทรงเรขาคณิตชิ้นหนึ่ง ด้วยวิธีแทนที่น้ำโดยใช้วัตถุชิ้นเดียวกัน A วัดปริมาตรได้ 50.0 cm^3 B วัดได้ 49.5 cm^3 C วัดได้ 51.5 cm^3			
11.	จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าวัตถุชิ้นนั้นมีปริมาตรจริงเท่าใด เพราะเหตุใด [] บอกได้ ปริมาตรของวัตถุ = cm^3 วิธีคิด..... [] บอกไม่ได้ เพราะ.....	0.8	0.8	เที่ยงตรง
12.	ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองนี้ นักเรียนจะอย่างไร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและเชื่อถือได้มากที่สุด	1.0	1.0	เที่ยงตรง
13.	ก่อนหน้านี้นักเรียนแพทย์มีความเชื่อเกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดตามตำราของเกเลนซึ่งกล่าวว่า เลือดจะไหลผ่านห้องหัวใจจากด้านขวาไปยังด้านซ้าย โดยขับผ่านรูเล็กๆ เมื่อเลือดถูกส่งไปเลี้ยงร่างกายแล้วก็หมดไป ตับต้องสร้างขึ้นมาใหม่จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป เลือดจะไหลไปตามเส้นเลือดแดงเส้นหนึ่งและเส้นเลือดดำอีกเส้นหนึ่ง หลังจากนั้น ฮาร์วีย์ ได้ทำการผ่าตัดหัวใจของสัตว์หลายชนิด และพบว่า เลือดจะมีการไหลเวียนอย่างเป็นระบบ โดยจะถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปตามเส้นเลือดแดง และกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย แล้วกลับมาตามเส้นเลือดดำเข้ามายังหัวใจห้องบนขวาผ่านลิ้นหัวใจไปยังห้องล่างขวา จากนั้นจะถูกฉีดขึ้นไปตามเส้นเลือดเข้าสู่ปอด และออกจากปอดกลับมายังหัวใจห้องบนซ้าย ผ่านลิ้นหัวใจไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย แล้วถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายเช่นนี้เรื่อยไป นักเรียนคิดว่า ระหว่างความรู้เกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดของ เกเลน กับ ฮาร์วีย์ ความรู้ของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน เพราะเหตุใด [] เกเลน [] ฮาร์วีย์ เพราะ.....	1.0	1.0	เที่ยงตรง

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
	การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 14 และ 15 นักบินอวกาศ 4 คน นำยานลำเล็กไปพบบานอวกาศลำแม่ ณ ที่หมายซึ่งอยู่ในพื้นที่ด้านสว่างของดวงจันทร์ แต่ยานลำเล็กเกิดเครื่องยนต์ขัดข้อง ต้องบังคับลงฉุกเฉิน ในพื้นที่ด้านมืด ซึ่งอยู่ห่างจากที่หมาย 2,500 กิโลเมตร จากการร่อนลงจอดอย่างฉุกเฉิน ทำให้เครื่องยนต์ของยานลำเล็กได้รับความเสียหายจนไม่สามารถใช้การได้อีกต่อไป การมีชีวิตรอดของนักบินอวกาศทั้ง 4 คน จึงขึ้นอยู่กับความพยายามเดินทางด้วยเท้าไปให้ถึงยานลำแม่ให้ได้ และที่สำคัญคือจะต้องเลือกของใช้ที่จำเป็นที่สุดเพื่อนำไปใช้ระหว่างการเดินทาง ซึ่งภายในยานลำเล็กมีของใช้ดังนี้ 1) ไม้ขีดไฟ 2) พลุส่งสัญญาณ 3) เรือชูชีพ 4) ร่มชูชีพ 5) เชือกไนลอนยาว 50 ฟุต 6) วิทยุติดต่อพลังแสงอาทิตย์ 7) เข็มทิศแม่เหล็ก 8) แผนที่ผิวดวงจันทร์ 9) ชุดปฐมพยาบาลพร้อมเข็มฉีดยา 10) เครื่องทำความร้อนกระเป๋าน้ำร้อน 11) อาหารสำเร็จรูป 12) น้ำ 5 แกลลอน 13) ออกซิเจนถังละ 200 กิโลกรัม 3 ถัง 14) นมผง 2 กระป๋อง ข้อมูลเพิ่มเติม จาก NASA ดวงจันทร์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,475 กม. มีแรงโน้มถ่วงน้อยกว่าโลกประมาณ 6 เท่า หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 27.3 วัน ตามเวลาโลก พื้นผิวมีหลุมบ่อของภูเขาไฟที่ดับแล้วมากมาย อุณหภูมิพื้นผิวด้านที่รับแสงอาทิตย์สูงกว่า 100°C ส่วนด้านที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิประมาณ -80°C องค์ประกอบของพื้นผิวส่วนใหญ่เป็นหินบะซอลต์ แก๊สในบรรยากาศส่วนใหญ่เป็นแก๊สฮีเลียม บรรยากาศเบาบางมากเมื่อเทียบกับโลก จนเรียกได้ว่าไม่มีบรรยากาศ และจากการสำรวจ ยังไม่พบแหล่งน้ำบนดวงจันทร์ ถ้านักเรียนเป็นนักบินอวกาศชุดนี้ นักเรียนจะนำและไม่นำของใช้ใดติดตัวไปบ้าง เพราะเหตุใด (โดยคำนึงถึงเหตุผลบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์)			

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
14.	รายการของใช้ที่จำเป็นที่สุด 5 ชิ้น ที่จะนำติดตัวไป	1.0	1.0	เที่ยงตรง
15.	รายการของใช้ 5 ชิ้น ที่จะไม่นำติดตัวไป	1.0	1.0	เที่ยงตรง
16.	ผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการมองเห็นผีให้ข้อมูลตรงกันว่า ผีจะปรากฏให้เห็นในบรรยากาศสลัวๆ เช่น ตอนใกล้ค่ำหรือรุ่งสาง ก่อนที่ผีจะปรากฏให้เห็น อากาศในบริเวณนั้นจะเย็นลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งบางคนระบุว่าอุณหภูมิจะลดลง ประมาณ 3-5 °C คำกล่าวข้างต้นน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	1.0	1.0	เที่ยงตรง
17.	ถ้าผู้คนในสังคมเกิดความวิตกกังวลถึงผลกระทบที่จะเกิดตามมา จากผลการค้นคว้าทดลองนักวิทยาศาสตร์ควรยุติการค้นคว้าทดลองในเรื่องนั้น [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย (อธิบายเหตุผล).....	0.8	0.8	เที่ยงตรง
18.	ในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางการแพทย์นั้น ส่วนใหญ่จะนำสัตว์ มาใช้ในการทดลอง เช่น แมลง หนู กระต่าย ลิง ฯลฯ ซึ่งในบางกรณีมีความจำเป็นต้องทำให้สัตว์ เจ็บปวด ทรมาน หรือ ตาย เพื่อนำเนื้อเยื่อจากอวัยวะต่างๆ มาศึกษา วิเคราะห์ผลของตัวยาหรือสารเคมีที่จะนำมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ที่เกิดกับมนุษย์ต่อไปถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ และ ต้องค้นคว้าทดลองโดยใช้สัตว์ ในการทดลอง นักเรียนจะปฏิบัติ ต่อสัตว์ทดลองเหล่านั้นอย่างไร	1.0	1.0	เที่ยงตรง
19.	ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ในโครงการวิจัยเพื่อค้นหาตัวยารักษาโรคเอดส์ มีหน้าที่นำยาที่ผลิตขึ้นไปทดสอบกับมนุษย์โดยตรง และยาบางชนิดมีผลกระทบต่อผู้เข้ารับการทดสอบทั้งในด้านบวก และด้านลบ ซึ่งถ้าผู้เข้ารับการทดสอบทราบว่ายานั้นมีผลกระทบต่อตนเองในด้านลบบางคนอาจถอนตัว ซึ่งจะทำให้จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบเหลือน้อยลงและเกิดความยุ่งยากในการหาอาสาสมัครเพิ่ม นักเรียนจะชี้แจงต่อผู้เข้ารับการทดสอบอย่างไร เพราะเหตุใด	1.0	1.0	เที่ยงตรง

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม / ประเด็นที่พิจารณา	ความเที่ยงตรง		ความหมาย
		ตามเนื้อหา	เชิงโครงสร้าง	
20.	[] ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเฉพาะด้านบวก [] ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบ [] ไม่ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบ เหตุผล..... มีรายงานข่าวว่า หญิงชราอายุ 62 ปี กำลังตั้งครรภ์ใกล้คลอด เธอเล่าว่า ตนเองเป็นหญิงโสดที่ต้องการมีลูกและดีใจมากที่วิทยาศาสตร์การแพทย์ ก้าวหน้า จนสามารถให้กำเนิดทารกด้วยการผสมเทียมได้ แม้ค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้จะสูงมาก แต่เธอก็มีความตั้งใจอย่างแรงกล้าที่จะเป็นแม่ จึงสู้นทำงานและเก็บออมจนมีเงินพอที่จะเข้ารับการผสมเทียมเมื่ออายุ 59 ปี แต่ในครั้งนั้นเธอตั้งครรภ์ได้เพียง 2 เดือน ทารกในครรภ์ก็เสียชีวิตเนื่องจากสภาพร่างกายของแม่ไม่สมบูรณ์พอ จากวันนั้นเธอใช้เวลาอีกเกือบ 3 ปี ดูแลร่างกายให้สมบูรณ์ แล้วกลับไปรับการผสมเทียมอีกครั้ง ซึ่งในครั้งนี้นี้ประสบความสำเร็จด้วยดี เธอรู้สึกดีใจมากและรอคอยที่จะเห็นหน้าลูกอย่างใจจดใจจ่อ.... ถ้านักเรียนเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญคนดังกล่าว นักเรียนจะทำการ ผสมเทียมให้หญิงชราคนนั้น หรือไม่ เพราะเหตุใด [] ทำให้ [] ไม่ทำให้ เพราะ.....	1.0	1.0	เที่ยงตรง

จากตาราง 9 ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.80 – 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญได้ตั้งข้อสังเกต แสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ก่อนเรียน นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์บางคำ เช่น ความจริงทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แล้วหรือยัง

2) คำถาม ข้อ 2 ,11, และ 18 ควรปรับปรุงให้มีความชัดเจนมากขึ้น

3) ไม่แน่ใจว่าคำถามข้อ 5 จะบอกอะไรมากนัก เพราะถึงแม้ว่าจริงๆ แล้วนักวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้ใช้ขั้นตอนที่ชัดเจนในการทำงาน แต่การนำประเด็นนี้มาพิจารณาจะมีผลสร้างนิสัยให้นักเรียนว่าไม่จำเป็นต้องมีแผนการทำงานก็ได้ หรือไม่

4) ข้อ 6-8 เริ่มต้นด้วยคำถามทันที ทำให้มีลักษณะเหมือนข้อสอบอัตนัยทั่วไป นักเรียนอาจจำจากหนังสือมาตอบมากกว่าอาศัยความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาใช้ตอบ จึงน่าจะปรับคำถามเป็นการเชิญชวนให้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นทั้ง 3 ข้อ มากกว่า

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้ตั้งข้อสังเกตว่าจำนวนข้อแบบทดสอบอาจมากเกินไป

การปรับปรุงแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

เมื่อได้รับทราบผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ซึ่งผลปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง แต่ผู้เชี่ยวชาญบางท่านได้ตั้งข้อสังเกตว่า ข้อสอบอาจมีจำนวนมากเกินไป และก่อนเรียนนักเรียนเข้าใจคำศัพท์บางคำ เช่น ความจริงทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วหรือยัง ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน และจับเวลา ปรากฏว่านักเรียนใช้เวลาตอบแบบทดสอบประมาณ 120 นาที เมื่อสอบถามนักเรียนว่าเข้าใจคำถาม รวมทั้งคำศัพท์ที่ใช้ในแบบทดสอบหรือไม่ นักเรียนตอบว่าเข้าใจ และเมื่อถามว่านักเรียนเข้าใจคำว่า ความจริงทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าความจริงทางวิทยาศาสตร์คือ สิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ หรือความจริงที่พิสูจน์ได้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือการทดลอง ซึ่งแสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคำศัพท์ที่ใช้ในแบบทดสอบ ในเบื้องต้น

จากเวลาที่นักเรียนใช้ในการตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สรุปได้ว่าจำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ ยังไม่เหมาะสมกับเวลาเรียนตามตารางเรียนของนักเรียน ซึ่งมีเพียง 100 นาที ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแบบทดสอบโดยพิจารณาบทวนคำถามของแต่ละตัวแปรที่ศึกษา แล้วตัดข้อที่ซ้ำซ้อนหรือวัดในประเด็นเดียวกันออกไป ได้คำถามสำหรับใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในการศึกษานำร่อง จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย คำถามด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ (ข้อ1,3,4,6,9,10) ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ (ข้อ11,12,13) ด้านการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ (ข้อ14,16,20) และด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ (ข้อ17, 18, 19) แล้วพิจารณาปรับปรุงคำถาม ที่คัดเลือกมาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

**การประเมินความถูกต้องของแนวการตอบและความเหมาะสมของเกณฑ์
การให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแนวการตอบและเกณฑ์
การให้คะแนนข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความ หมาย	IOC	ความ หมาย
1.	ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ใดๆในธรรมชาติเกิดจากอิทธิพลหรือผลกระทบจากปรากฏการณ์อื่น เสมอ ไม่มีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้นโดยไม่มีสาเหตุหรือเกิดขึ้นโดยอำนาจอื่นใดนอกเหนือจากอำนาจของธรรมชาติ [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย เหตุผล และตัวอย่างประกอบ..... แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดจากอิทธิพลหรือผลกระทบจากปรากฏการณ์อื่นพร้อมทั้งยกตัวอย่างและอธิบายความสัมพันธ์ อิทธิพล หรือ ผลกระทบซึ่งกันและกันของปรากฏการณ์ต่างๆในกรณีตัวอย่างที่ยกมาได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น นักเรียนตอบว่า เห็นด้วย เพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอื่นเสมอ ตัวอย่างเช่น ลม เกิดจากอากาศสองบริเวณ มีอุณหภูมิต่างกัน อากาศในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงหรืออากาศ ร้อนจะขยายตัว ทำให้ความหนาแน่นลดลงจึงลอยตัวสูงขึ้น อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าก็จะเคลื่อนเข้าแทนที่ การเคลื่อนที่ของอากาศนี้ ทำให้เกิดลม หรือ ฝน เกิดจากน้ำเมื่อได้รับความร้อน เกิดการระเหย กลายเป็นไอน้ำไอน้ำที่ถูกระแสลมพัดลอยสูงขึ้นไปในชั้นบรรยากาศกระทบกับ ความเย็นจัดก็จะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำและผลึกน้ำแข็งเล็กๆ กระแสลมจะพัดให้ ละอองน้ำและผลึกน้ำแข็งเคลื่อนที่ไปชนกับไอน้ำจนมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ละอองน้ำและผลึกน้ำแข็งเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะหนักขึ้นและตกลงมา บริเวณ ใกล้ผิวโลกมีอุณหภูมิต่ำกว่า ผลึกน้ำแข็งก็จะหลอมเหลวกลายเป็นหยดน้ำฝน	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
2.	ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า เห็นด้วย พร้อมทั้งยกตัวอย่างปรากฏการณ์ธรรมชาติและอธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ อิทธิพล หรือผลกระทบซึ่งกันและกันของปรากฏการณ์ต่างๆ ในตัวอย่างที่ยกมาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า เห็นด้วย พร้อมทั้ง ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่ไม่อธิบายความสัมพันธ์ อิทธิพล หรือผลกระทบซึ่งกันและกันของปรากฏการณ์ต่างๆ ในตัวอย่างที่ยกมา หรืออธิบายได้ถูกต้องเป็นส่วนน้อย ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเห็นด้วยกับข้อความ โดยไม่อธิบายความหรือยกตัวอย่างประกอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่ถาม				
	2. ความจริงทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันต้องเหมือนกันทั่วโลก [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย เหตุผล และตัวอย่างประกอบ..... แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความจริงทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันต้องเหมือนกันทั่วโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่างและอธิบายได้ถูกต้องตามหลักการหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียน ตอบว่า เห็นด้วย ตัวอย่างเช่น น้ำ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในโลก เมื่อได้รับ ความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอน้ำแต่ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้น้ำระเหย นั้นอาจมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดันในบริเวณนั้น ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความจริงทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันต้องเหมือนกันทั่วโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่างและอธิบายด้วยหลักการ หรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
3.	ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความจริงทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันต้องเหมือนกันทั่วโลก พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้เหมาะสม แต่อธิบายด้วย หลักการ หรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนน้อยหรือไม่อธิบาย ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียน ตอบคำถามโดยแสดงความเห็นด้วยกับข้อความโดยไม่อธิบายความหรือยกตัวอย่างประกอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่ถาม ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทุกทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับแล้วในปัจจุบันจะยังคงเป็นที่ยอมรับในอีก 100 ปี ข้างหน้า ☐ เห็นด้วย ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่เห็นด้วย เหตุผล และตัวอย่างประกอบ..... แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ ยอมรับในปัจจุบันจะยังคงเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับก็ได้ในอนาคต โดยทฤษฎีที่ยังไม่มีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือมากกว่า หรือยังไม่มีคำอธิบายใหม่ที่มีเหตุผลและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากกว่า จะยังคงเป็นที่ยอมรับ ส่วนทฤษฎีที่มีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือมากกว่ามาขัดแย้งหรือมีคำอธิบายใหม่ที่มีเหมาะสมและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางกว่า ทฤษฎีเก่า ก็จะต้องได้รับการปรับปรุงหรือถูกยกเลิกไป ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน จะยังคงเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับก็ได้ในอีก 100 ปีข้างหน้า ขึ้นอยู่กับความรู้หรือข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ในขณะนั้น	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
4.	ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ ยอมรับในปัจจุบันจะยังคงเป็นที่ ยอมรับในอีก 100 ปี ข้างหน้า เพราะทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ ถูกต้องและจะไม่เปลี่ยนแปลง หรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ ยอมรับ ในปัจจุบันจะไม่เป็นที่ยอมรับในอีก 100 ปี ข้างหน้า เพราะทฤษฎีนั้นจะล้าสมัย ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วยกับข้อความ โดยไม่อธิบายเหตุผล ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม ความรู้ใดๆก็ตามจะไม่ได้รับการรับรองว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกเสียจากความรู้นั้นจะทดสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย เหตุผล และตัวอย่างประกอบ..... แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า เห็นด้วย โดยให้เหตุผลที่แสดงถึง ความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกประเภทจะต้องสามารถ ตรวจสอบยืนยันให้ทุกคนเห็นตรงกันได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เว้นแม้แต่ทฤษฎีซึ่งเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ก็ จะต้องมีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่สังเกตได้ หรือสอดคล้องกับหลักฐานที่ปรากฏจึงจะได้รับการยอมรับ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า เห็นด้วย โดยให้เหตุผลว่า ความรู้ที่ จะได้รับการยอมรับว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้อง ทดสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซ้ำหลายครั้ง และได้ผลตรงกันหรือ ใกล้เคียงกันทุกครั้ง ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่แน่ใจ หรือ ไม่เห็นด้วย โดยให้ เหตุผลว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างต้องทดสอบด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างไม่ต้องทดสอบ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทฤษฎีต่างๆ	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
5.	ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า เห็นด้วย เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือ ตอบว่า เห็นด้วย โดยไม่อธิบายเหตุผล ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่า ไม่เห็นด้วย โดยไม่อธิบายเหตุผล การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีลำดับ ขั้นตอนที่แน่นอน คือเริ่มต้นจากการตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล และสรุปผล [] เห็นด้วย [] ไม่แน่ใจ [] ไม่เห็นด้วย เหตุผล และตัวอย่างประกอบ..... แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์อาจใช้วิธีการที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอน หรือใช้วิธีการที่ไม่มีลำดับขั้นตอนแน่นอนก็ได้ ขึ้นอยู่กับเรื่องที่ศึกษา รวมทั้งความคิดและวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นนักวิทยาศาสตร์อาจใช้วิธีการที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอนหรือใช้วิธีการที่ไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนก็ได้ ขึ้นอยู่กับเรื่องที่ศึกษา หรือ ขึ้นอยู่กับความคิดและวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ ต้องใช้วิธีการที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอนเพราะถ้าใช้วิธีการที่มีลำดับขั้นตอนไม่แน่นอนจะทำให้ผลการศึกษาดลองไม่น่าเชื่อถือ หรือคลาดเคลื่อนได้ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเห็นด้วยกับข้อความแต่ไม่อธิบายเหตุผล หรือ ให้เหตุผลว่ารู้มา/เรียนมาว่าเป็นเช่นนั้น ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม	0.60	ถูกต้อง	0.60	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
6.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ในเชิงสนับสนุนเกื้อกูลกัน คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มีการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีใน ขณะเดียวกันเครื่องมือและเทคนิคทางเทคโนโลยีก็ช่วยขยายขอบเขต ของประสาทสัมผัสให้กว้างขวาง และมีความละเอียด แม่นยำ มากขึ้น ซึ่งช่วยสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้ามากขึ้น ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้เทคโนโลยีก้าวหน้าโดยการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างเทคโนโลยี หรือ เทคโนโลยีช่วยวิทยาศาสตร์ ก้าวหน้า เพราะช่วยขยายขอบเขตของประสาทสัมผัสให้กว้างขวาง มากขึ้นซึ่งช่วยสนับสนุนให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้เทคโนโลยีก้าวหน้า และเทคโนโลยีก็ช่วยให้ วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าด้วยเช่นกัน ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้ เทคโนโลยีก้าวหน้า หรือ เทคโนโลยีช่วยให้ วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือคำตอบไม่แสดงถึง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ถาม	1.00	ถูกต้อง	0.80	เหมาะสม
7.	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้วิถีชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	แนวการตอบ - ทำให้มนุษย์มีความอิสระหรือหลุดพ้นจากการครอบงำของความเชื่อในเรื่องไสยศาสตร์ - เกิดปัญหาสังคมใหม่ๆ เพิ่มขึ้น - ทำให้วัฒนธรรมท้องถิ่นเปลี่ยนแปลงไป - ทำให้มนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้น - ทำให้มนุษย์พึงพาธรรมชาติน้อยลง - ทำให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม - ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย - เทคโนโลยีทางการเกษตร ทำให้มนุษย์สามารถผลิตอาหารและเครื่องนุ่งห่มได้ปริมาณมากขึ้น - เทคโนโลยีด้านโทรคมนาคมและการสื่อสาร ทำให้มนุษย์แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น - เทคโนโลยีด้านคมนาคมและการขนส่ง ช่วยให้ผู้เดินทางได้ไกลขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง - เทคโนโลยีทางการแพทย์ ทำให้อัตราการรอดชีวิตของมนุษย์มีมากขึ้น ทำให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตดีขึ้น และมีอายุยืนยาวขึ้น ฯลฯ เกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิต ของมนุษย์ ที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อย่างน้อย 4 ข้อ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิต ของมนุษย์ ที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 3 ข้อ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิต ของมนุษย์ ที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 2 ข้อ	0.80	ถูกต้อง	0.60	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความ หมาย	IOC	ความ หมาย
8.	ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิต ของมนุษย์ ที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือคำตอบไม่แสดงถึง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ถาม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อมอย่างไรบ้าง แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบ ในทางบวก เช่น ใช้ป้องกัน และแก้ไขปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อม ใช้นวัตกรรมและขยายพันธุ์พืช และพันธุ์สัตว์ ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ ฯลฯ ในทางลบ เช่น ก่อให้เกิดปัญหามลพิษในสภาพแวดล้อม ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติ ร่อยหรอ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีอีกบางชนิดที่ยังไม่สามารถ ระบุได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในทางบวก หรือ ทางลบ เช่น GMO, Cloning ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบ ในทางบวก เช่น ใช้ป้องกัน แก้ไขปัญหามลพิษในสภาพแวดล้อม ใช้นวัตกรรมและขยายพันธุ์พืช และสัตว์ ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ในทางลบ เช่น ก่อให้เกิดปัญหา มลพิษในสภาพแวดล้อม ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอ เป็นต้น ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อมในทางบวก เช่น ใช้ป้องกัน แก้ไข ปัญหามลพิษใน สภาพแวดล้อม ใช้นวัตกรรมและขยายพันธุ์พืชและสัตว์ ใช้ปรับปรุง พันธุ์พืชและสัตว์ ฯลฯ หรือ ในทางลบ เช่น ก่อให้เกิดปัญหามลพิษใน สภาพแวดล้อม ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอ	1.00	ถูกต้อง	0.80	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
9.	ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในทางบวก หรือ ในทางลบ(โดยไม่มีการขยายความ หรือไม่มีตัวอย่างประกอบ) ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือคำตอบไม่แสดงถึง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ถาม เมื่อพูดถึงวิทยาศาสตร์ เรามักจะคิดถึงการทดลองควบคู่ไปด้วยเสมอ นักเรียนคิดว่าการทดลอง มีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะเหตุใด? [] สำคัญ [] ไม่แน่ใจ [] ไม่สำคัญ เหตุผล แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า สำคัญ โดยให้เหตุผลว่า การทดลอง เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็น เครื่องมือตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ต้องเป็นความรู้เชิงประจักษ์ (ได้มาด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ถูกทดสอบซ้ำได้ หลายๆครั้ง และได้ผลเหมือนกันทุกครั้ง และทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกันหมด) ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า สำคัญ โดยให้เหตุผลว่า การทดลอง เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ต้องเป็นความรู้เชิงประจักษ์หรือได้มาด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ หรือ สำคัญ เพราะ การทดลองเป็นเครื่องมือตรวจสอบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้อง สามารถถูกทดสอบซ้ำได้หลายๆครั้ง และได้ผลเหมือนกันทุกครั้ง หรือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทดลองให้ทุกคนเห็นได้ เหมือนกัน หรือ วิทยาศาสตร์ต้องพิสูจน์ได้ด้วยวิธีการทดลอง	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
10.	ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า สำคัญ เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องได้มาจากการทดลอง หรือ ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์ มักกล่าวถึงการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ และนักเรียนเองก็ได้ทำการทดลองเช่นเดียวกัน ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า สำคัญ เพราะ วิทยาศาสตร์ต้องมีการทดลอง ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถามหรือ คำตอบไม่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ถาม การค้นคว้า การทดลอง หรือการศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อสรุป หรือผลอย่างเดียวกัน จำเป็นหรือไม่ที่นักวิทยาศาสตร์ จะต้องใช้วิธีการศึกษาทดลองที่เหมือนกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกันนั้น [] จำเป็น [] ไม่จำเป็น เหตุผล แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่จำเป็น เพราะ การค้นคว้าทดลองหรือศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกันนักวิทยาศาสตร์อาจใช้วิธีการศึกษาทดลองที่เหมือนกัน หรือต่างกันได้ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกันจะเหมือนกัน ไม่ว่าจะศึกษาด้วยวิธีการใดก็ได้ข้อสรุปอย่างเดียวกัน ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่จำเป็น เพราะ การค้นคว้าทดลองหรือศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกันนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการศึกษาที่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการ ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า จำเป็น เพราะ การค้นคว้าทดลองหรือศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อสรุปหรือผลอย่างเดียวกัน นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการที่เหมือนกัน เพราะวิธีการศึกษาทดลองที่ต่างกันจะทำให้ได้ผลต่างกัน	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
11.	ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า จำเป็น หรือ ไม่จำเป็น โดยไม่มีการขยายความ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 11 และ 12 ในการทดลองหาปริมาตรของวัตถุที่ไม่ใช่รูปทรงเรขาคณิตชิ้นหนึ่ง ด้วยวิธีแทนที่น้ำ โดยใช้วัตถุชิ้นเดียวกัน A วัดปริมาตรได้ 50.0 cm^3 B วัดได้ 49.5 cm^3 C วัดได้ 51.5 cm^3 บอกได้หรือไม่ว่าวัตถุชิ้นนั้นมีปริมาตรเท่าใด เพราะเหตุใด? [] ได้ [] ไม่ได้ เหตุผล แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่ได้ เพราะ การทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเดียวกันจะต้องได้ผลเหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน แต่การทดลองหาปริมาตรของวัตถุชิ้นเดียวกันของ A B และ C ได้ผลต่างกัน จึงยังบอกปริมาตรที่แน่นอนของวัตถุชิ้นนั้นไม่ได้ ต้องทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง (ไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง) ให้ได้ผลเหมือนเดิม จึงจะสามารถบอกได้ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ได้ ปริมาตรของวัตถุ คือ 49.5 cm^3 หรือ 50.0 cm^3 (ค่าใดค่าหนึ่ง) เพราะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน หรือ ได้ปริมาตรของวัตถุคือ 49.75 cm^3 (ค่าเฉลี่ยของ 49.5 กับ 50.0 cm^3) ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ได้ ปริมาตรของวัตถุ คือ ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 คน ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ได้ ปริมาตรของวัตถุ คือ ค่าใดค่าหนึ่งเพราะทั้ง 3 ค่า ใกล้เคียงกัน ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือคำตอบไม่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ถาม	0.60	ถูกต้อง	0.60	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
12.	ถ้านักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองนี้ นักเรียนจะอย่างไร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและเชื่อถือได้มากที่สุด แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ต้องทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง ให้ได้ผลเหมือนเดิม (ไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง) แล้วนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบผลการทดลองกับคนอื่นที่ทำการทดลองเรื่องเดียวกันหลายๆ คน แล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ต้องทำการทดลองซ้ำ 2-3 ครั้ง ให้ได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือ นำผลการทดลองไปเปรียบเทียบผลการทดลองกับคนอื่น ที่ทำการทดลองเรื่องเดียวกันหลายๆ คน แล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ต้องทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงเห็นว่าต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง รอบคอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือคำตอบไม่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ถาม	0.60	ถูกต้อง	0.60	เหมาะสม
13.	ก่อนหน้านี้วงการแพทย์มีความเชื่อเกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดตามตำราของเกเลน ซึ่งกล่าวว่า เลือดจะไหลผ่านห้องหัวใจจากด้านขวาไปยังด้านซ้าย โดยขับผ่านรูเล็กๆ เมื่อเลือดถูกส่งไปเลี้ยงร่างกายแล้วก็หมดไป ตับต้องสร้างขึ้นใหม่จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป เลือดจะไหลไปตามเส้นเลือดแดงเส้นหนึ่งและเส้นเลือดดำอีกเส้นหนึ่งหลังจากนั้น ฮาร์วีย์ ได้ทำการผ่าตัดหัวใจของสัตว์หลายชนิดและพบว่า เลือดจะมีการไหลเวียนอย่างเป็นระบบ โดยจะถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปตามเส้นเลือดแดง และกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย แล้วกลับมาตามเส้นเลือดดำเข้ามายังหัวใจห้องบนขวาผ่านลิ้นหัวใจไปยังห้องล่างขวา จากนั้นจะถูกฉีดขึ้นไปตามเส้นเลือดเข้าสู่ปอดและออกจากปอดกลับมายังหัวใจห้องบน				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	ซ้าย ผ่านลิ้นหัวใจไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย แล้วถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายเช่นนี้เรื่อยไปซึ่งข้อค้นพบของฮาร์วีย์ ได้รับการยอมรับมาจนถึงปัจจุบัน นักเรียนคิดว่า ความรู้เกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดของเกเลนกับ ฮาร์วีย์ (รวมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ที่ถูกค้นพบในอดีต) มีประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังหรือไม่ เพราะเหตุใด? [] มีประโยชน์ [] ไม่มีประโยชน์ เหตุผล แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบในอดีต จะเป็นพื้นฐาน(รวมทั้งเป็นแนวทาง หรือเป็นแรงบันดาลใจ) ให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมา ทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมทำให้เกิดการสะสมความรู้ต่อเนื่องกันมา หรือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบในอดีตบางเรื่องสามารถนำมาเชื่อมโยงกับข้อค้นพบในปัจจุบัน และส่งผลให้เกิดข้อค้นพบใหม่ในอนาคต ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบในอดีต มีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังเฉพาะเรื่องที่น่ามาใช้ต่อไปได้ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบในอดีตส่วนใหญ่มีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังน้อย เนื่องจากความรู้ที่ค้นพบในอดีตมักมีข้อบกพร่องเจือปนอยู่มาก ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่ามีประโยชน์โดยไม่ให้เหตุผล ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่มีประโยชน์ เพราะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละยุคสมัยไม่เกี่ยวข้องกัน หรือ ตอบว่า ไม่มีประโยชน์โดยไม่ให้เหตุผลประกอบ หรือ ไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ถาม	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
14.	การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 14 และ 15 นักบินอวกาศ 4 คน นำยานลำเล็กไปพบยานอวกาศลำแม่ ณ ที่หมายซึ่งอยู่ในพื้นที่ด้านสว่างของดวงจันทร์ แต่ยานลำเล็กเกิดเครื่องยนต์ขัดข้อง ต้องบังคับลงฉุกเฉิน ในพื้นที่ด้านมืด ซึ่งอยู่ห่างจากที่หมาย 2,500 กิโลเมตร จากการร่อนลงจอดอย่างฉุกเฉิน ทำให้เครื่องยนต์ของยานลำเล็กได้รับความเสียหาย จนไม่อาจใช้การได้อีกต่อไป การมีชีวิตรอดของนักบินอวกาศทั้ง 4 คน จึงขึ้นอยู่กับความพยายามเดินทางด้วยเท้าไปให้ถึงยานลำแม่ให้ได้ และที่สำคัญคือจะต้องเลือกของใช้ที่จำเป็นที่สุดเพื่อนำไปใช้ระหว่างการเดินทาง ซึ่งภายในยานลำเล็กมีของใช้ ดังนี้ 1) ไม้ขีดไฟ 2) พลุส่งสัญญาณ 3) เรือชูชีพ 4) ร่มชูชีพ 5) เชือกไนลอนยาว 50 ฟุต 6) วิทยุติดต่อกับแสงอาทิตย์ 7) เข็มทิศแม่เหล็ก 8) แผนที่ผิวดวงจันทร์ 9) ชุดปฐมพยาบาลพร้อมเข็มฉีดยา 10) เครื่องทำความร้อนกระเป๋าน้ำร้อน 11) อาหารสำเร็จรูป 12) น้ำ 5 แกลลอน 13) ออกซิเจน ถังละ 200 กิโลกรัม 3 ถัง 14) นมผง 2 กระป๋อง ถ้าให้นักเรียนเป็นนักบินอวกาศชุดนี้ นักเรียนจะนำ ของใช้ 5 ชิ้นที่จำเป็นที่สุดอะไรติดตัวไปบ้าง เพราะเหตุใด แนวการตอบ และเหตุผล 1. ออกซิเจน 3 ถัง เหตุผล บนดวงจันทร์ไม่มีออกซิเจน ร่างกายขาดออกซิเจนไม่ได้ 2. น้ำ 5 แกลลอน เหตุผล บนดวงจันทร์ไม่มีน้ำ และร่างกายขาดน้ำนานไม่ได้ 3. อาหารสำเร็จรูป เหตุผล ร่างกายต้องการพลังงาน ขาดอาหารนานไม่ได้ 4. แผนที่ผิวดวงจันทร์ เหตุผล จำเป็นสำหรับดูทิศทางเพื่อไปให้ถึงยานลำแม่โดยเร็วที่สุด	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	5. เครื่องทำความร้อนกระเป๋าน้ำร้อน เหตุผล ยานลำเลียงจอดในพื้นที่ด้านมืดซึ่งมีอุณหภูมิต่ำประมาณ -80°C 6. วิทยุติดต่อกำลังแสงอาทิตย์ เหตุผล ใช้ติดต่อสื่อสารเมื่อเดินทางไปถึงพื้นที่ด้านสว่าง 7. ชุดปฐมพยาบาล เหตุผล ไว้ใช้ยามเจ็บป่วย แต่เข็มฉีดยาไม่มี ประโยชน์ 8. เรือชูชีพ เหตุผล ใช้ชนสัณฐานและเป็นที่พัก 9. ร่มชูชีพ เหตุผล ช่วยในการเดินทางอาจใช้กระโดดจากหน้าผา ใช้ชนสัณฐานและเป็นที่พัก 10. เชือกไนลอนยาว 50 ฟุต เหตุผล ช่วยในการเดินทางอาจใช้ผูกโหนตัว ใช้ผูกสัณฐาน(บนดวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงต่ำ สัณฐานที่มีน้ำหนักน้อยจะลอยกระจัดกระจาย) 11.นมผง 2 กระป๋อง เหตุผล ใช้ประทังชีวิตเมื่ออาหารสำเร็จรูปหมด เกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกของรายการลำดับที่ 1-4 (ออกซิเจน น้ำ อาหาร แผนที่ผิวดวงจันทร์) และ ของอย่างอื่นอีก 1 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 4 ข้อ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกรายการลำดับที่ 1-4 และ ของอย่างอื่นอีก 1 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3 ข้อ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกรายการลำดับที่ 1-3 และ ของอย่างอื่นอีก 2 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 2 ข้อ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกรายการลำดับที่ 1-3 และ ของอย่างอื่นอีก 2 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบคำถามโดยไม่ให้เหตุผลที่ไม่ใช่เหตุผลทางวิทยาศาสตร์				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
15.	ข้อใช้ 5 ขึ้น ที่จะไม่นำติดตัวไป (ตามลำดับความไม่จำเป็น) แนวการตอบ และเหตุผล 1. ไม่ขีดไฟ เหตุผล บन्दวงจันทร์ไม่มีออกซิเจน 2. พลุส่งสัญญาณ เหตุผล บन्दวงจันทร์ไม่มีออกซิเจน จุดพลุไม่ได้ 3. เข็มทิศแม่เหล็ก เหตุผล สนามแม่เหล็กบนดวงจันทร์ต่างกับบนพื้นโลก 4. นมผง 2 กระป๋อง เหตุผล ต้องใช้น้ำในการชง (สิ้นเปลืองน้ำ ไม่สะดวก) 5. เครื่องทำความร้อนกระเป๋าน้ำร้อน เหตุผล พื้นที่ด้านสว่างของดวงจันทร์ร้อนมาก 6. เรือชูชีพ เหตุผล บन्दวงจันทร์ไม่มีแหล่งน้ำ 7. ร่มชูชีพ เหตุผล บन्दวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงต่ำ ไม่จำเป็นต้องใช้ เกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกของรายการลำดับที่ 1-3 (ไม่ขีดไฟ พลุส่งสัญญาณ เข็มทิศแม่เหล็ก) และ ของอย่างอื่นอีก 2 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 4 ข้อ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกของรายการลำดับที่ 1-2 (ไม่ขีดไฟ พลุส่งสัญญาณ) และ ของอย่างอื่นอีก 3 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3 ข้อ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกของรายการลำดับที่ 1-2 (ไม่ขีดไฟ พลุส่งสัญญาณ) และ ของอย่างอื่นอีก 3 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 2 ข้อ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนเลือกของรายการลำดับที่ 1-2 (ไม่ขีดไฟ พลุส่งสัญญาณ) และ ของอย่างอื่นอีก 3 รายการ และให้เหตุผลเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนให้เหตุผลที่ไม่ใช่เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ตอบคำถาม	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
16.	ผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการมองเห็นผีให้ข้อมูลตรงกันว่า ผีจะปรากฏตัวในบรรยากาศลึๆ เช่น ตอนใกล้ค่ำหรือรุ่งสาง ก่อนที่ผี จะปรากฏให้เห็น อากาศในบริเวณนั้นจะเย็นลงอย่างรวดเร็ว บางคนระบุว่า อุณหภูมิจะลดลง ประมาณ 3-5 °C ข้อมูลข้างต้นจะยอมรับว่าเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพราะเหตุใด? [] ยอมรับ [] ไม่ยอมรับ เหตุผล แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่ยอมรับ เพราะเป็นข้อมูลจากการบอกเล่าของบุคคลเฉพาะกลุ่มเท่านั้น ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จะต้องได้มาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถตรวจซ้ำได้หลายครั้ง และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง ในกรณีนี้ ถ้าจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนที่ระบุไว้แล้วทุกคนมองเห็นผีได้ ข้อมูลข้างต้นจึงจะยอมรับได้ว่าเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ไม่ยอมรับ เพราะ ข้อมูลข้างต้นเป็นประสบการณ์ของคนเฉพาะกลุ่ม ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ยอมรับ เพราะ ข้อมูลข้างต้นเป็นข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ของคนหลายคน ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบว่า ยอมรับ เพราะสามารถระบุอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบไม่ตอบคำถาม หรือให้เหตุผลที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
17.	ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่กำลังค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องหนึ่ง ซึ่งถ้าประสบความสำเร็จ จะมีประโยชน์อย่างมากต่อวงการวิทยาศาสตร์ แต่ผู้คนในสังคมพากันวิตกกังวลถึงผลกระทบที่จะเกิดตามมาจากผลการค้นคว้าทดลองครั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์จะอย่างไร				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
18.	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน <u>ให้ 4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความคิดเห็นว่า จะยุติการทดลองชั่วคราว แล้วชี้แจงข้อเท็จจริงและผลกระทบที่จะเกิดตามมาจากการค้นคว้าทดลองครั้งนี้ทั้งด้านบวกและด้านลบ รวมทั้งแนวทางป้องกันผลกระทบในด้านลบที่อาจเกิดขึ้น ให้สังคมคลายความวิตกกังวล แล้วจึงทำการทดลองต่อไป <u>ให้ 3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความคิดเห็นว่า จะยุติการทดลองเนื่องจาก นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรค้นคว้าทดลองโดยไม่สนใจต่อความวิตกกังวลของสังคมที่มีต่อผลกระทบที่จะเกิดตามมาจากการค้นคว้าทดลองของตนเอง <u>ให้ 2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความคิดเห็นว่า จะยุติการทดลองชั่วคราว ให้ผู้คนในสังคมคลายความวิตกกังวล แล้วจึงทำการค้นคว้าทดลองต่อไปอย่างลับๆ <u>ให้ 1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความคิดเห็นว่า จะทำการทดลองต่อไป โดยไม่สนใจความวิตกกังวลของผู้คนในสังคม เพราะเป็นเรื่องที่มีประโยชน์ต่อส่วนรวม <u>ให้ 0 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงการมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
	ในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางการแพทย์นั้น ส่วนใหญ่จะนำสัตว์ มาใช้ในการทดลอง เช่น แมลง หนู กระต่าย ลิง ฯ ซึ่งในบางกรณีมีความจำเป็นต้องทำให้สัตว์ เจ็บปวด ทรมาน หรือตาย เพื่อนำเนื้อเยื่อจากอวัยวะต่างๆ มาศึกษาวิเคราะห์ผลของตัวยา หรือสารเคมีที่จะนำมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ที่เกิดกับมนุษย์ต่อไป ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ และต้องค้นคว้าทดลองโดยใช้สัตว์ในการทดลอง นักเรียนจะปฏิบัติต่อสัตว์ทดลองเหล่านั้นอย่างไร แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน <u>ให้ 4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า ถ้าการทดลองมีลักษณะทารุณก็ไม่ควรกระทำ เพราะไม่ว่าจะเป็นชีวิตของสัตว์เล็ก สัตว์ใหญ่ หรือมนุษย์ล้วนมีคุณค่าไม่ต่างกัน หรือ ในการ				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
19.	ทดลองใดๆที่กระทำต่อสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ต้องทำด้วยความกรุณาปรานี เช่น ก่อนการทดลองต้องดูแลอย่างดี ทำการทดลองให้เกิดความเจ็บปวด ทรมาน น้อยที่สุด ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า สัตว์เหล่านั้นถึงแม้จะเป็นสัตว์เล็กๆแต่ชีวิตก็มีคุณค่า จึงต้องศึกษาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยใช้สัตว์เท่าที่จำเป็น หรือ สัตว์เหล่านั้นสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจึงไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศมากนัก (เช่น ไม่ทำให้สูญพันธุ์) จึงนำมาทดลองได้ แต่ควรใช้เท่าที่จำเป็น ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า สัตว์เหล่านั้นเป็นสัตว์เล็กๆ จึงไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงมากนัก ไม่เช่นนั้นก็จะไม่ได้ทำการทดลอง ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า สัตว์เหล่านั้นเป็นสัตว์ทดลอง หรือเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ในการทดลอง จึงไม่ควรคิดมาก แต่ควรคำนึงถึงประโยชน์ของผลการทดลองที่จะมีต่อมนุษย์มากกว่า ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงการมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ในโครงการวิจัยเพื่อค้นหาตัวยารักษาโรคเอดส์มีหน้าที่นำยาที่ผลิตขึ้นไปทดสอบกับมนุษย์โดยตรง และยาชนิดนั้นมีผลกระทบต่อผู้เข้ารับการทดสอบทั้งในด้านบวกและด้านลบ ซึ่งถ้าผู้เข้ารับการทดสอบทราบว่ายานั้นมีผลกระทบต่อตนเองในด้านลบ บางคนอาจถอนตัว ทำให้จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบเหลือน้อยลง และเกิดความยุ่งยากในการหาอาสาสมัครมาเพิ่มเติม นักเรียนจะชี้แจงต่อผู้เข้ารับการทดสอบอย่างไร เพราะเหตุใด [] ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเฉพาะด้านบวก [] ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบ [] ไม่ชี้แจงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบ เหตุผล.....	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความคิดเห็นว่าจะชี้แจงให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบตามความเป็นจริง และให้ผู้เข้ารับการทดสอบพิจารณาตัดสินใจด้วยตนเอง ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความคิดเห็นว่าจะชี้แจงให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งด้านบวกและด้านลบแต่จะพูดโน้มน้าวให้ผู้เข้ารับการทดสอบเห็นว่า เมื่อโครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ จะเป็นประโยชน์มหาศาลต่อเพื่อนมนุษย์ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความคิดเห็นว่าจะชี้แจงให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเฉพาะด้านบวก เพื่อให้ผู้เข้ารับการทดสอบเกิดความสบายใจ ไม่วิตกกังวล และไม่ถอนตัวจากการเข้ารับการทดสอบครั้งนี้ หรือ จะชี้แจงเฉพาะด้านบวก เพราะพิจารณาแล้วว่าตัวยานี้มีประโยชน์มากกว่าโทษ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความคิดเห็นว่า ไม่จำเป็นต้องชี้แจงถึงผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ เพราะผู้เข้ารับการทดสอบสมควรจะเข้ารับการทดสอบเอง ไม่มีใครบังคับ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงการมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม	1.00	ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
20.	มีรายงานข่าวว่า หญิงชราอายุ 62 ปี กำลังตั้งครรภ์ใกล้คลอด เธอเล่าว่า ตนเองเป็นหญิงโสดที่ต้องการมีลูก และดีใจมากที่วิทยาศาสตร์การแพทย์ก้าวหน้าจนสามารถให้กำเนิดทารกด้วยการผสมเทียมได้ แม้ค่าใช้จ่ายจะสูงมาก แต่เธอก็มีความตั้งใจอย่างแรงกล้าที่จะเป็นแม่ จึงสู้งานหนัก และเก็บออม จนมีเงินพอที่จะเข้ารับการผสมเทียมเมื่ออายุ 59 ปี แต่ในครั้งนั้นเธอตั้งครรภ์ได้เพียง 2 เดือน ทารกในครรภ์ก็เสียชีวิต เนื่องจากสภาพร่างกายของแม่ไม่สมบูรณ์พอ จากวันนั้นเธอใช้เวลาอีกเกือบ 3 ปี ดูแลร่างกายให้สมบูรณ์ แล้วกลับไปรับการผสมเทียมอีกครั้ง ซึ่งในครั้งนี้นับประสบความสำเร็จด้วยดี เธอรู้สึกดีใจมาก				

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	และรอยรอยที่จะเห็นหน้าลูกอย่างใจจดใจจ่อ ถ้านักเรียนเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญคนดังกล่าว นักเรียนจะทำการผสมเทียมให้หญิงชราคนนั้น หรือไม่ เพราะเหตุใด แนวการตอบ การผสมเทียมให้ผู้หญิงรายนี้ นอกจากจะคำนึงถึงความต้องการส่วนบุคคลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีกหลายด้าน เช่น - ด้านความเหมาะสมของสภาพร่างกาย เนื่องจากผู้หญิงรายนี้ อายุเลยวัยเจริญพันธุ์มานานแล้ว ฮอร์โมนในร่างกายอาจไม่เหมาะสมต่อการตั้งครรภ์และการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ ความเสี่ยงต่อความพิการของเด็กที่จะเกิดมาสูงกว่าปกติ การคุมท้องและการคลอด มีความเสี่ยงต่อชีวิตของแม่และเด็ก สูงกว่าปกติ ฯลฯ - ด้านความพร้อมทางการแพทย์ที่จะทำให้การตั้งครรภ์และการคลอดของหญิงคนนี้เป็นไปอย่างปลอดภัย เช่น การให้ฮอร์โมน การควบคุมปัจจัยที่จะทำให้เด็กพิการแต่กำเนิด ฯ - ด้านการเลี้ยงดู เนื่องจากแม่อายุมากแล้ว อาจเสียชีวิตก่อนที่เด็กจะสามารถดูแลตัวเองได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อเด็กและเป็นภาระต่อสังคม - ด้านความจำเป็น มีความจำเป็นเพียงใดที่ผู้หญิงรายนี้จะต้องมีลูก ขณะที่ตัวเองอยู่ในวัยชรา (พิจารณาถึงผลดีและผลเสียที่จะเกิดตามมา) - ด้านความพร้อมของสังคม ที่จะรับภาระดูแลเด็กหลังจากที่แม่เสียชีวิต ฯลฯ	1.00	ถูกต้อง		

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	ความถูกต้อง		ความเหมาะสม	
		IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
	เกณฑ์การให้คะแนน ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความเข้าใจว่า การผสมเทียมให้ผู้หญิงรายนี้ นอกจากจะคำนึงถึงความต้องการส่วนบุคคลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีกหลายด้าน (ไม่ต่ำกว่า 3 ด้าน) ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความเข้าใจว่า การผสมเทียมให้ผู้หญิงรายนี้ นอกจากจะคำนึงถึงความต้องการส่วนบุคคลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีก 2-3 ด้าน ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความเข้าใจว่า การผสมเทียมให้ผู้หญิงรายนี้ นอกจากจะคำนึงถึงความต้องการส่วนบุคคลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นอีก 1 ด้าน ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความความคิดเห็นว่า หญิงสาวมีความตั้งใจอย่างแรงกล้า จึงควรทำให้ ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ คำตอบไม่แสดงถึงการมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม			1.00	เหมาะสม

จากตาราง 10 ผลการประเมินความถูกต้องของแนวการตอบและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง

0.60–1.00 แสดงว่า แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนทุกข้อมีความถูกต้องและเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ควรปรับปรุงแนวการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนนบางข้อให้มีความชัดเจน และครอบคลุมมากขึ้น

2) เกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุว่า ครอบคลุมประเด็นสำคัญของเรื่องเป็นส่วนใหญ่ มีประเด็นสำคัญเป็นส่วนน้อย ควรระบุเป็นเชิงปริมาณ เช่น ครอบคลุมประเด็นสำคัญของเรื่องมากกว่าร้อยละ 50 ครอบคลุมประเด็นสำคัญของเรื่องน้อยกว่าร้อยละ 50

การปรับปรุงแก้ไขแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จากผลการประเมินความถูกต้องของแนวการตอบและความเหมาะสมของ
เกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าแนวการตอบและเกณฑ์
การให้คะแนนทุกข้อ มีความถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะในบางประเด็น ผู้วิจัยจึง
ทำการพิจารณาปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่คัดเลือกมาทั้ง 15 ข้อ ให้มี
ความเหมาะสมมากขึ้นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผู้วิจัยได้เขียนแนวการตอบและเกณฑ์
การให้คะแนนตัวแปรที่ศึกษาแต่ละด้านโดยรวม เพื่อใช้เป็นหลักในการพิจารณาในกรณีที่คำตอบของ
นักเรียนแตกต่างไปจากแนวการตอบที่ให้ไว้ ดังนี้

1) ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับดีมาก พิจารณาจาก
นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล หรือขยายความได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นสำคัญครบทุกด้าน
(มากกว่าร้อยละ 80) หรือสามารถยกตัวอย่างที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง

ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับดี พิจารณาจาก
นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลหรือขยายความได้อย่างสมเหตุสมผลครอบคลุมประเด็นสำคัญของ
เรื่องส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80-60) หรือยกตัวอย่างที่เหมาะสมได้

ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง พิจารณา
จาก นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจน หรือมีประเด็นสำคัญของเรื่องบางส่วน
(ร้อยละ 60-40)

ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อย พิจารณาจาก นักเรียน
สามารถอธิบายเหตุผลได้ไม่ชัดเจน หรือ มีประเด็นสำคัญของเรื่องเพียงส่วนน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 40)
หรือนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในระดับการจดจำ หรือ สามารถตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสม จาก
ทางเลือกที่มีอยู่ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบได้

ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่แสดงออกถึงการมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พิจารณา
จาก นักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบไม่ตรงคำถาม หรือ ไม่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ
คำถาม

2) ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ มี
ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับดีมาก พิจารณาจาก นักเรียนสามารถ อธิบาย
วิธีการแสวงหาความรู้ที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล หรือเสนอแนะวิธี

ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างรอบคอบและเหมาะสมมาก (มากกว่า ร้อยละ 80)

ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับดี พิจารณาจาก นักเรียนสามารถ อธิบายวิธีการแสวงหาความรู้ที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และ เสนอแนะวิธีตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่ได้ถูกต้องเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80-60)

ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง พิจารณาจาก นักเรียน สามารถ อธิบายกระบวนการหรือขั้นตอนการแสวงหาความรู้ได้ถูกต้อง เหมาะสม หรือครอบคลุม ประเด็นสำคัญบางส่วน (ร้อยละ 60-40)

ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อย พิจารณาจาก นักเรียนสามารถอธิบาย กระบวนการหรือขั้นตอนการแสวงหาความรู้ได้ถูกต้อง เหมาะสม หรือครอบคลุมประเด็นสำคัญ เพียงส่วนน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 40) หรือ นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมจากทางเลือก ที่มีอยู่ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ หรือ นักเรียนสามารถดำเนินการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ตามวิธีการที่กำหนดได้

ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่แสดงออกถึงการมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ หรือไม่แสดงออกถึงการมีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พิจารณา จาก นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ดำเนินการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) ด้านการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถใช้หลักเหตุผล ข้อมูลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิด ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้ ในระดับดีมาก พิจารณาจาก นักเรียนใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดไคร่ครวญ ไตร่ตรอง อย่าง รอบคอบ และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างเหมาะสมมาก (มากกว่าร้อยละ 80)

ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิด ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้ ในระดับดี พิจารณาจาก นักเรียน ใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดไคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจปฏิบัติ อย่างใดอย่างหนึ่งได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80-60)

ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิด ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้ ในระดับปานกลาง พิจารณาจาก

นักเรียนใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้เหมาะสมเป็นบางส่วน (ร้อยละ 60-40)

ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้ น้อย พิจารณาจาก นักเรียนใช้หลักเหตุผล ข้อมูล กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้เหมาะสมเป็นบางส่วนน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 40) หรือ นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมจากทางเลือกที่มีอยู่ได้ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือยกตัวอย่างประกอบ

ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่แสดงออกถึงการใช้หลักเหตุผล ข้อมูลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งได้ พิจารณาจาก นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบไม่ตรงคำถาม ไม่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถาม หรือ ไม่สามารถตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมจากทางเลือกที่มีอยู่ได้

4) ด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ให้ 4 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก หรือ นักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงประโยชน์ของสังคมโดยส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ของตนเองหรือหมู่คณะของตน พิจารณาจาก นักเรียน สามารถอธิบายแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้เหมาะสมและคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งในด้านบวกและด้านลบ อย่างรอบคอบ หรือ นักเรียนคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นต่อสังคมโดยส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ของตนเอง หรือหมู่คณะของตนเอง

ให้ 3 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี หรือนักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงประโยชน์ของหมู่คณะมากกว่าประโยชน์ของตนเอง พิจารณาจาก นักเรียน สามารถอธิบายแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้เหมาะสมและคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในหลายแง่มุม แต่ไม่ครบทุกด้าน หรือ นักเรียนคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นต่อหมู่คณะมากกว่าประโยชน์ของตนเอง

ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง หรือนักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงประโยชน์ของตนเองและคนส่วนน้อย พิจารณาจาก นักเรียน สามารถอธิบายแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเพียงด้านเดียว หรือ นักเรียนคำนึงถึงประโยชน์ของตนเองและคนส่วนน้อยมากกว่าประโยชน์ของส่วนรวม

ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อย หรือ นักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงประโยชน์ของตนเองและหมู่คณะของตนเอง

เป็นหลัก พิจารณาจาก นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ควรปฏิบัติในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยยึดถือตามคำบอกเล่าหรือตามที่เป็นปฏิบัติสืบต่อกันมา หรือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมจากทางเลือกที่มีอยู่ได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ว่าเหตุใดจึงควรปฏิบัติเช่นนั้น หรือ นักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงประโยชน์ของตนเองและหมู่คณะของตนเองเป็นหลัก

ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือนักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงเฉพาะประโยชน์ของตนเอง พิจารณาจาก นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามโดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสม หรือนักเรียนเป็นผู้ที่คำนึงถึงเฉพาะประโยชน์ของตนเอง ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

3.2.3 การหาความเชื่อมั่นและการปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบความชัดเจนและความเหมาะสมของแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบนักเรียน 1 ห้องเรียน
- 2) คัดเลือกแบบทดสอบที่นักเรียนตอบครบทุกข้อคำถามมา 15 ฉบับ นำไปให้ครูประจำวิชา ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก และผู้วิจัย ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 3) รวบรวมคะแนนจากครูประจำวิชา ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก และผู้วิจัย

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) นำคะแนนจากครูประจำวิชา ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก และผู้วิจัย มาพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่มีผลการให้คะแนนแตกต่างกัน ผู้วิจัยสอบถามและอภิปรายกับผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนว่ามีความเข้าใจแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนข้อนั้นๆอย่างไร
- 2) นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจน ครอบคลุม และเหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จุดมุ่งหมาย เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบนักเรียน จำนวน 30 คน 2 ครั้ง ห่างกัน 3 สัปดาห์
- 2) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแล้ว

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้มาประมวลผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่น .70 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้ได้

3.2.5 การประเมินและปรับปรุงแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

การประเมินแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน สะท้อนความรู้ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร และมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในสถานการณ์จริง เนื่องจากแบบประเมินไม่ซับซ้อน มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน สามารถนำไปใช้ได้สะดวก

3.3 การศึกษานำร่อง

จุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง วิเคราะห์จุดดีและจุดด้อยของหลักสูตร และปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

วิธีดำเนินการ ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง และประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคของการใช้หลักสูตร เมื่อภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 รวม 30 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ระดับชั้นละ 30 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ส่วนครูประจำวิชาเป็นผู้สังเกตการสอน และร่วมประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการใช้หลักสูตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงคุณภาพแล้ว
2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงคุณภาพแล้ว
3. แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ที่ผ่านการประเมินและแก้ไขปรับปรุงแล้ว

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

- 1) ชี้แจงจุดประสงค์และวิธีการเรียนการสอนให้นักเรียนทราบ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- 2) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน บรรยากาศการเรียนการสอน และผลอื่น ๆ ที่สังเกตได้
- 3) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนการสอน ทดสอบนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตร

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการศึกษานำร่อง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ซึ่งค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการศึกษานำร่อง หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และค่าที (t-test for dependent samples) แสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าที (t-test for dependent samples) ของผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการศึกษานำร่อง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ม. 2				ม. 3			
		$\bar{X}$	SD	t	Sig. (2-tailed)	$\bar{X}$	SD	t	Sig. (2-tailed)
ก่อนศึกษานำร่อง	30	23.47	4.42	12.86**	.00	23.13	5.13	16.21**	.00
หลังศึกษานำร่อง	30	36.07	6.58			41.00	6.27		

จากตาราง 11 แสดงว่า ก่อนการศึกษานำร่อง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เมื่อผ่านกระบวนการเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถยกระดับผลการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สูงขึ้น

2) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for independent samples) ซึ่งได้ผล ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	SD	t	Sig. (2-tailed)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	30	36.11	6.58	2.97**	0.00
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	30	41.00	6.28		

จากตาราง 12 แสดงว่า หลังการศึกษานำร่องนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีการกระจายของคะแนนใกล้เคียงกัน

3) ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

การประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนแบบไม่มีโครงสร้าง และการตอบแบบประเมินท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ของนักเรียน ผลการประเมิน สรุปได้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์

ด้านเนื้อหาสาระ ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ ค่อนข้างเป็นนามธรรม และมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับเวลาที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้เป็นการอภิปรายซักถาม โดยครูเป็นผู้เปิดประเด็นและนำการอภิปราย นักเรียนมีความเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมแล้ว ส่วนครูมีความเห็นว่าควรมีตัวอย่างปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สามารถนำมาเป็นประเด็นอภิปรายให้มากขึ้น

ด้านเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับเนื้อหาสาระที่นักเรียนต้องเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ด้านเนื้อหาสาระ ครูมีความเห็นว่า เหมาะสมแล้ว ส่วนนักเรียนมีความเห็นว่าเนื้อหาค่อนข้างเข้าใจยาก

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าหนังสือเล่มเล็กชุดจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ได้มาก

ด้านเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาของสาระและกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

ด้านเนื้อหาสาระ ครูมีความเห็นว่าเนื้อหาสาระเหมาะสม ส่วนและนักเรียนมีความเห็นว่าเนื้อหาสาระค่อนข้างยาก แต่สามารถเข้าใจได้ และช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนบางคนมีความเห็นว่า กิจกรรม 3.1 (เกมความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี) ช่วยให้ได้รู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน แต่มีนักเรียนอีกบางคนมีความเห็นว่า เนื้อหาของกิจกรรม 3.1 ยาก เนื่องจากไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ บางคำ เช่น DNA, GMO

ด้านเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาของสาระและกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

ด้านเนื้อหาสาระ นักเรียนมีความเห็นว่าเนื้อหาสาระน่าสนใจ เนื่องจากเป็นเรื่องใกล้ตัว และบางอย่างก็ไม่เคยคิดมาก่อนว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความเห็นตรงกันว่า เป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ ได้มองเรื่องบางเรื่องในแง่มุมใหม่ๆ ที่ไม่เคยคิดมาก่อน

ด้านเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความเห็นตรงกันว่าอยากให้มีเวลามากขึ้น เพื่อจะได้นำข่าวหรือเรื่องราวที่นักเรียนสนใจมาพูดคุยกันมากขึ้น

4) ประเมินปัญหาและอุปสรรคในการใช้หลักสูตร

ในการศึกษานำร่อง การใช้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 มีอุปสรรคที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่

4.1) ด้านอาคารสถานที่ ห้องที่ใช้จัดการเรียนการสอน ซึ่งไม่ใช่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บางกิจกรรมที่ต้องใช้พื้นที่กว้างในการทำกิจกรรม หรือต้องใช้น้ำในการทดลอง จำเป็นต้องทดลองนอกห้องเรียน ทำให้ ครูไม่สามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง และควบคุมเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมได้ยาก

4.2) ด้านเวลา เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ไม่เป็นไปตามแผน ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดห้องเรียนเป็นแบบเดินเรียน การเปลี่ยนห้องเรียนจากอาคารหนึ่งไปยังอีกอาคารหนึ่งใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที จึงมีเวลาสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เต็ม 2 ชั่วโมงตามแผนที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ โรงเรียนมักได้รับการร้องขอความร่วมมือจากชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้นำนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม จึงต้องงดการเรียนการสอนในบางครั้ง ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาดังกล่าวทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนตามแผนที่กำหนดไว้ และไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครบ 5 ขั้นตอนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3.4 การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

จากผลการศึกษานำร่อง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

3.4.1 ด้านเนื้อหาสาระ ได้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน โดยนำเนื้อหาที่ปรับปรุงแล้วไปให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และเพิ่มเติมตัวอย่างของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนให้มากขึ้น

3.4.2 ด้านกิจกรรม ได้ตัดกิจกรรมบางกิจกรรมที่ซ้ำซ้อนกันออกไป เพื่อให้มีเวลาในการทำกิจกรรมมากขึ้น

3.4.3 ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน ได้ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอน ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยเปลี่ยนจาก 6 ขั้นตอน เป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ และกิจกรรมรวบยอด ซึ่งกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 3 ขั้นตอน ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษาแบบอิงมาตรฐาน (ดังรายละเอียดในหน้า 98) โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของกิจกรรม ดังนี้ 1) กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือเพื่อปูพื้นฐานในเรื่องที่จะสอน 2) กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียน มีความรู้ ความสามารถ เพียงพอที่จะทำกิจกรรมสุดท้ายคือกิจกรรมรวบยอด 3) กิจกรรมรวบยอด หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ นั่นๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมสุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

จุดมุ่งหมาย เพื่อนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยพิจารณาจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนของหลักสูตร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การทดลองใช้หลักสูตร ดำเนินการ ดังนี้

1) การเตรียมการก่อนการทดลองใช้หลักสูตร ประกอบด้วย

1.1) การเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน

ในการทดลองใช้หลักสูตรครั้งนี้ มีครูผู้สอนเพียง 1 คน ผู้วิจัยจึงใช้การพูดคุย เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร แนวการจัดการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.2) การเตรียมเอกสาร และสื่อการเรียนการสอน

จัดทำสำเนา หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลการจัดการเรียนรู้ของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร แบบสอบถามความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อหลักสูตร และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้พร้อมและเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน

2) แบบแผนการทดลอง

เนื่องจากหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ผู้วิจัยไม่มีโอกาสให้นักเรียนเข้ากลุ่มแบบสมบูรณ์ นักเรียนที่เข้ารับการทดลอง เป็นนักเรียนที่สมัครใจเลือกเรียนสาระการเรียนรู้นี้ ดังนั้น กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม จึงอาจไม่เท่าเทียมกัน ตั้งแต่ก่อนการทดลอง จึงใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง แบบ Nonequivalent Control Group Design (Pretest-Posttest Nonrandomized Design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

O_1	X_1	O_2

O_3	X_2	O_4

O_5	-	O_6

O_1 แทน การทดสอบกลุ่มทดลอง1 ก่อนเรียน

O_2 แทน การทดสอบกลุ่มทดลอง1 หลังเรียน

O_3 แทน การทดสอบกลุ่มทดลอง2 ก่อนเรียน

O_4 แทน การทดสอบกลุ่มทดลอง2 หลังเรียน

O_5 แทน การทดสอบกลุ่มควบคุมต้นภาคเรียน

O_6 แทน การทดสอบกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน

X_1 แทน การเรียนการสอนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน

X_2 แทน การเรียนการสอนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน

- แทน ไม่มีการเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

---- ใช้แสดงว่าแต่ละกลุ่มอาจไม่เท่าเทียมกันตั้งแต่ก่อนการทดลอง เพราะเป็นกลุ่มที่ไม่เกิดจากวิธีสุ่มเข้ากลุ่มแบบสมบูรณ์

3) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

เนื่องจากหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งโครงสร้างหลักสูตรของโรงเรียนระยองวิทยาคม นั้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่มีชั่วโมงเรียนสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจึงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังนี้

3.1) กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนระยองวิทยาคม และเลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นวิชาเพิ่มเติม แบ่งออกเป็น

3.1.1) กลุ่มทดลอง1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

3.1.2) กลุ่มทดลอง2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

3.2) กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนระยองวิทยาคม แต่ไม่เลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ระดับชั้นละ 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- 3) แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองใช้หลักสูตร ใช้คาบเรียนตารางเรียนปกติของโรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 เป็นเวลา 1 ภาคเรียน รวม 30 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดลองใช้หลักสูตรและรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้หลักสูตร ตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ติดต่อผู้บริหารโรงเรียน และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัย

2) เตรียมการด้านเอกสารและสื่อการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้พร้อมที่จะใช้ทำการทดลองหลักสูตร

3) เก็บข้อมูลก่อนการทดลองใช้หลักสูตร โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้แก่นักเรียนกลุ่มทดลองด้วยหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในขณะทดลองใช้หลักสูตร จะเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ บรรยายภาคการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคของการใช้หลักสูตรที่มีต่อผู้สอนและนักเรียน พัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการตรวจผลงานนักเรียนตามแผนที่กำหนดไว้ทุกหน่วยการเรียนรู้

5) เมื่อสิ้นสุดการทดลองใช้หลักสูตร ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบหลังเรียน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้หลักสูตรมาวิเคราะห์ และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ตามขั้นตอน ดังนี้

1) นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทุกฉบับมาตรวจสอบความสมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ และประมวลผล

2) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples)

3) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน โดยใช้ One-way Analysis of Variance ในกรณีที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้การเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีการของเซฟเฟ

4) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples)

5) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-way Analysis of Variance ในกรณีที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้การเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีการของเชฟเฟ

การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.2 การหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

ประสิทธิภาพของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

พิจารณาจาก

1) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

2) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

3) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

4) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอตาม ความมุ่งหมายของการวิจัย คือ เพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ในด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นผลการพัฒนาหลักสูตร และ ตอนที่ 2 เป็นผลการทดลองใช้และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหลักสูตร

การวิจัยในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยการดำเนินงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร และการประเมินและปรับปรุงหลักสูตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุป ได้ดังนี้

1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พบว่า

1.1.1 สภาพทั่วไปและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) สาระการเรียนรู้พื้นฐาน เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ และ
- 2) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นสาระวิทยาศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่โรงเรียนจัดให้กับนักเรียน ซึ่งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดให้โรงเรียนจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมใหม่ๆ อย่างหลากหลาย ให้นักเรียนได้เลือกเรียน ตามความถนัด ความสนใจ ความต้องการ และความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่จากการสัมภาษณ์รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร งานวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนโรงเรียนระยองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1 สรุปได้ว่า วิธีดำเนินการที่ผ่านมา สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) และช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมช่วงชั้นที่ 4 ของนักเรียน กลุ่มที่เรียนเน้นหนักวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนแต่ละสาระการเรียนรู้จะร่วมกันคัดเลือกหนังสือเรียน เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนหลัก แล้วจัดการเรียนการสอนไป

ตามเนื้อหาสาระและกระบวนการในหนังสือเรียน ส่วนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มที่ไม่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์นั้น มีหนังสือเรียนสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนน้อย ครูที่ได้รับมอบหมายให้สอนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมแต่ละคนจะเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกเนื้อหาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น ในสาระการเรียนรู้เดียวกันที่มีครูผู้สอนมากกว่า 1 คน จึงมีเนื้อหาสาระและกระบวนการเรียนการสอนแตกต่างกัน ซึ่งเป็นเหตุให้ผู้ปกครองนักเรียนบางคนตั้งคำถามมายังโรงเรียนว่า ทำไมบุตรหลานของตนเองจึงไม่ได้เรียนในบางเรื่องที่นักเรียนห้องอื่นได้เรียน ทั้งที่เป็นวิชาเดียวกัน นอกจากนี้ ครูที่มีประสบการณ์สอนน้อยยังให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ขาดความมั่นใจในการคัดเลือกเนื้อหาใช้ในการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งยังขาดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวการปฏิรูปการศึกษา ส่วนครูที่มีประสบการณ์สอนมากให้ข้อมูลว่า มีภาระงานมากและขาดประสบการณ์ในการจัดทำสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ให้สอดคล้องกับเป้าหมายและมาตรฐานของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงยังไม่สามารถจัดให้มีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่หลากหลายให้นักเรียนเลือกเรียนได้ ในปัจจุบันมีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่ไม่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเลือกเรียนเพียง 2 สาระการเรียนรู้เท่านั้น คือ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจึงมีความต้องการสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมใหม่ ๆ มาเปิดให้นักเรียนเลือกเรียน

1.1.2 ความคาดหวังเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การศึกษาความคาดหวังเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งสรุปได้ว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน คือ ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และแบ่งสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรเป็น 8 กลุ่ม ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ภาษาต่างประเทศ โดยกำหนดสาระการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับส่วนที่ตอบสนองความสามารถความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนนั้น สถานศึกษาสามารถกำหนดเพิ่มขึ้นได้ ให้สอดคล้องและตอบสนองศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

เป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ด้านกระบวนการเรียนรู้ จะเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และเจตคติ จริยธรรม ค่านิยม เพื่อนำไปสู่องค์ความรู้และเป็นกระบวนการของกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนทุกคนจะต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 เรื่อง ทุกช่วงชั้น

1.1.3 แนวโน้มของหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 22 รายการ แบ่งเป็น หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 7 เล่ม หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 4 เล่ม และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 9 เล่ม พบว่า

- 1) หนังสือเรียนทุกเล่มเน้นที่องค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานของสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แต่ละสาขา โดยมีการนำเสนอองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ
- 2) มีหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 เพียง 1 เล่ม เท่านั้น ที่กล่าวถึง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเป็นมา ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้ทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูล

เดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ และมีหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ช่วงชั้นที่ 4 เพียง 1 เล่ม เท่านั้นที่กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเป็นจริงว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาที่มุ่งแสวงหาความจริงของธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ความรู้ที่ได้รับในขณะนี้ เป็นความจริงในปัจจุบันแต่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต เมื่อเวลาและสถานที่เปลี่ยนไปหรือมีข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการส่วนใหญ่มาเพิ่มเติม

3) ไม่พบว่าหนังสือเรียนเล่มใดกล่าวถึง หรือชี้ประเด็นให้เห็นถึงขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

4) ไม่พบว่าหนังสือเรียนเล่มใดกล่าวถึงจริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.1.4 ข้อค้นพบจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า ปัญหาที่พบต่อเนื่องมาโดยตลอด ทั้งก่อนการปฏิรูปการศึกษาและหลังการปฏิรูปการศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด และทักษะการแสวงหาความรู้ของนักเรียนต่ำ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่สามารถ สังเกต ตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา และตอบคำถามได้ดี ขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าถามหรือแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ นักเรียนยังคิดว่าวิทยาศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียน ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สรุปประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ ดังนี้

1. หลักสูตรคาดหวังให้โรงเรียนจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนเลือกเรียนตามความต้องการ ความถนัด ความสนใจของแต่ละบุคคล แต่โรงเรียนขาดรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับให้นักเรียนเลือกเรียน

2. หลักสูตรต้องการให้เน้นที่กระบวนการเรียนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ และต้องการให้นักเรียนเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ แต่หนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนที่ครูใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาที่เป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยขาดการชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. หลักสูตรคาดหวังให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ แต่หนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนขาดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

4. หลักสูตรคาดหวังให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต แต่นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.2. ผลการสร้างหลักสูตร

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของไทเลอร์ (Tyler. 1949) ทาบา (Taba. 1962) และโอลิวา (Oliva. 1992) เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อแก้ปัญหาที่พบจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ผลการวิจัยในขั้นตอนนี้ทำให้ได้หลักสูตร และเอกสารประกอบหลักสูตร ดังนี้

1.2.1 ได้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) สภาพปัญหาและความสำคัญของหลักสูตร

จากเป้าหมายที่สำคัญ ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้มาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่า เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว นักเรียนควรสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แต่จากการศึกษาหนังสือเรียน และสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่ เน้นที่หลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของแต่ละสาระการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการ ที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ สังคมและการดำรงชีวิต อีกทั้งกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เพียงพอ ส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นในการตัดสินใจของตนเอง หรือสนับสนุนการตัดสินใจ ของสังคม เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต ไม่สามารถ นำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพและ อย่างมีความรับผิดชอบ ขาดจิตที่คิดจะสืบค้น ขาดความสงสัย จะเชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่ายโดยปราศจาก เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ ถูกต้อง เพียงพอ ก็จะมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ ของข้อมูลหลักฐานที่ใช้อ้างอิง มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดและ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

จากปัญหาและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ขึ้น เพื่อใช้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจ เรื่องราวหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม เคารพในความคิดและผลงานของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ โดยกิจกรรมการ เรียนรู้ในหลักสูตร จะช่วยสะท้อนให้เห็นภาพโดยรวมของวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม รวมถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ในการดำเนินชีวิต ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น

2) เป้าหมายของหลักสูตร

2.1) เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแนวคิด หลักการ และกระบวนการ รวมทั้งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการเรียนและการดำเนินชีวิต มีทักษะในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3) หลักการของหลักสูตร

3.1) เป็นหลักสูตรที่มุ่งให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อันจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

3.2) เป็นหลักสูตรที่มีความยืดหยุ่น ทั้งด้านเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนการสอน ให้ครูสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของห้องเรียนและความสามารถของนักเรียน

4) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4.1) เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4.2) เพื่อให้มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.3) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

4.4) เพื่อให้เข้าใจถึงมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม ที่ใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์

4.5) เพื่อให้สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและตัดสินใจสนับสนุนหรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

5) มาตรฐานการเรียนรู้

5.1) เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.2) ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา

5.3) ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่มีคุณภาพได้ เป็นหลักในการคิด การตัดสินใจ หรือการแก้ปัญหา

5.4) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5.5) อภิปรายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

5.6) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

6) สาระการเรียนรู้

6.1) สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปสาระสำคัญ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6.2) สืบค้นข้อมูล ออกแบบการทดลอง ทดลอง อภิปราย สรุป นำเสนอกระบวนการศึกษาและข้อค้นพบ

6.3) สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

6.4) สืบค้นข้อมูล และอภิปราย เกี่ยวกับอิทธิพลและผลกระทบที่เกิดจากการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมทั้งในด้านบวกและด้านลบ

6.5) สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย หรือให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับกรณีศึกษาที่เป็นปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

6.6) สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน รวมทั้งผลร้ายที่เกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม

7) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

7.1) อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้

7.2) ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้

7.3) อธิบายเหตุผลที่ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้

7.4) ระบุขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ได้

7.5) อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

7.6) สามารถแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

7.7) อธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

7.8) เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ และการสะสมความรู้อย่างต่อเนื่องกันมาหลายยุคหลายสมัย

7.9) เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการศึกษาค้นคว้าของมนุษย์ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า

7.10) อธิบายความหมายของเทคโนโลยีได้

7.11) บอกความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้

7.12) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้

7.13) อธิบายอิทธิพล และผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยี ที่มีต่อมนุษย์ และสภาพแวดล้อมทั้งในทางบวกและทางลบได้

7.14) ศึกษาหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และแหล่งความรู้ได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม

7.15) อธิบายความหมายของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ได้

7.16) อธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะไม่ละเมิดแนวปฏิบัติที่ดีงามของสังคม

7.17) อธิบายได้ว่านักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรจึงถือได้ว่าเป็นผู้มีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

7.18) อธิบายถึงผลร้ายที่อาจเกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรมได้

7.19) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งลงไปต่อสถานการณ์ บุคคล หรือสิ่งแวดล้อม

7.20) ใช้ข้อมูลที่พิสูจน์ได้ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการอภิปรายและตัดสินใจ สนับสนุนและ/หรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

8) หน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้พัฒนาขึ้นในลักษณะกึ่งบทเรียนสำเร็จรูป โดยบูรณาการเนื้อหาวิชาที่เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม เข้ากับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องในเรื่องดังกล่าว แล้วจึงใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนประสบพบเห็นในชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การตัดสินใจ การ

แสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และได้เห็นแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียน ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย ความหมายของวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้นี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และ ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี มนุษย์และสภาพแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

ขอบข่ายของเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้นี้ได้แก่ กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ข่าวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9) กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะแบ่งออกเป็น 6 ขั้น คือ ขั้นรับรู้ เป็นขั้นเตรียมความพร้อมในด้านร่างกาย จิตใจ และความรู้ สำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ เช่น รับรู้ว่าจะต้องเรียนและเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน รับรู้ข้อตกลง รับรู้ว่าจะเรียนเรื่องอะไร ด้วยวิธีการใด รับรู้จุดมุ่งหมาย หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเรื่องที่จะเรียน รับรู้สิ่งใดที่รู้แล้ว สิ่งใดที่ยังไม่รู้และที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม รับรู้มโนทัศน์กว้างล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นเรียนรู้ เป็นขั้นของการค้นคว้า ทดลอง หรือปฏิบัติกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ขั้นประมวลความรู้ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ และจัดระบบให้มีความหมายต่อการเรียนรู้มากขึ้น

ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหา อภิปราย แสดงความคิดเห็น ในประเด็นหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ชั้นเห็นคุณค่า เป็นชั้นของการกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาถึงประโยชน์ หรือความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้เห็นคุณค่าของความรู้ชั้น

ชั้นประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ และคุณลักษณะ ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ เพียงใด

ทั้งนี้ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว สรุปได้ดังภาพประกอบ 7 หน้า 128

10) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จะเน้นการวัดผลเพื่อประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ก่อนเรียน เป็นการวัดและประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเรียนด้วยหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2. ระหว่างเรียน จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การตรวจงาน และการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการสอนของครู และกระบวนการเรียนของนักเรียน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

3. หลังเรียน เป็นวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนจบหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อตัดสินผลการเรียน

1.3 ผลการประเมินและปรับปรุงหลักสูตร

การวิจัยในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาข้อบกพร่องของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรที่สร้างขึ้น และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้ การวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย คือ การประเมินและปรับปรุงร่างหลักสูตร การประเมินและปรับปรุงเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การศึกษานำร่อง และการปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ดังนี้ (ผลการประเมินและปรับปรุงหลักสูตร โดยละเอียด แสดงไว้ใน หน้า 144-197)

1.3.1 ผลการประเมินและปรับปรุงร่างหลักสูตร

เมื่อจัดทำร่างหลักสูตรเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร โดยใช้ตารางวิเคราะห์แบบปูยแซงค์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรในเบื้องต้น ผลปรากฏว่า หลักสูตร

โดยรวมมีคุณภาพสูง และเมื่อแยกประเมินองค์ประกอบแต่ละส่วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ปรากฏว่าทุกองค์ประกอบ มีคุณภาพสูง ผู้วิจัยจึงนำร่างหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตร ความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร และคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินโครงสร้างหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการประเมิน พบว่า ความเหมาะสมของร่างหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.20–5.00 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.00–0.55 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า ทุกองค์ประกอบของ ร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด สำหรับความสอดคล้องกันภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ซึ่งแปลความหมายได้ว่า องค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น โดยมีข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและรายละเอียดที่ปรับปรุง ในหน้า 144-158

1.3.2 ผลการประเมินและปรับปรุงเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พร้อมแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน และ แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า

1.3.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ระหว่าง 0.80–1.00 แสดงว่า แบบทดสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.3.2.2 ความถูกต้องของแนวการตอบและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ระหว่าง 0.60–1.00 ซึ่งแสดงว่า แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนทุกข้อมีความถูกต้องและมีความเหมาะสม

1.3.2.3 แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน สะท้อนความรู้ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร และมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในสถานการณ์จริง เนื่องจากแบบประเมินไม่ซับซ้อน มีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน สามารถนำไปใช้ได้สะดวก

ทั้งนี้ผลการประเมินโดยละเอียด ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และการปรับปรุงเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยแสดงไว้ในหน้า 159-193

1.4 ผลการศึกษานำร่อง

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง และประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคของการใช้หลักสูตร เมื่อภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 รวม 30 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ระดับชั้นละ 30 คน โดยผู้วิจัย เป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ส่วนครูประจำวิชาเป็นผู้สังเกตการสอน และร่วมประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการใช้หลักสูตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า

1.4.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง สูงกว่าก่อนการศึกษานำร่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถยกระดับผลเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สูงขึ้นได้ และเมื่อเปรียบเทียบผลเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีการกระจายของคะแนนใกล้เคียงกัน

1.4.2 เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความเหมาะสม

ผลการศึกษานำร่องและการปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้ มีรายละเอียด ดังหน้า 194-197

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร

การวิจัยในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ในด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบผลเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้ 1) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 3) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ผู้วิจัยสอนกับกลุ่มทดลองที่ครูประจำวิชาสอน

โดยในการทดลองใช้หลักสูตร ผู้วิจัยนำหลักสูตรที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียน ระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 รวม 30 ชั่วโมง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม และเลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นวิชาเพิ่มเติม แบ่งออกเป็น

กลุ่มทดลอง1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

กลุ่มทดลอง2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับชั้นละ 30 คน ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม แต่ไม่เลือกเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ระดับชั้นละ 30 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แต่ละด้านของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-Way Analysis of Variance และในกรณีที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบพหุคูณ โดยวิธีการของ เชฟเฟ

ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig. (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	9.16	2.71	16.20	3.72	17.73**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	9.27	2.07	16.17	2.57	14.59**	0.00
กลุ่มควบคุม	11.60	3.61	12.03	3.72	1.53	0.14
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	7.17	2.56	15.50	3.27	15.00**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	6.73	3.29	15.93	3.42	15.01**	0.00
กลุ่มควบคุม	7.40	3.11	7.63	2.64	1.07	0.29

จากตาราง 13 พบว่า หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-Way Analysis of Variance ได้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	344.47	2	172.23	15.08 ^{**}	0.00
ภายในกลุ่ม	993.93	87	11.43		
รวม	1338.40	89			
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
ระหว่างกลุ่ม	1309.62	2	654.81	66.84 ^{**}	0.00
ภายในกลุ่ม	852.33	87	9.80		
รวม	2161.96	89			

จากตาราง 14 แสดงว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักเรียน
อย่างน้อยระดับชั้นละ 1 คู่ ที่แตกต่างกัน และเพื่อทดสอบว่า ค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงใช้
การเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีการของเชฟเฟ ได้ผลดังตาราง 15 และตาราง 16

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการของเชฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
	$\bar{X}$	12.03	16.17	16.20
กลุ่มควบคุม	12.03	-	4.13 ^{**}	4.17 ^{**}
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	16.17		-	0.03
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	16.20			-

จากตาราง 15 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดย กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)	$\bar{X}$	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
		15.13	31.27	32.63
กลุ่มควบคุม	15.13	-	8.30 ^{**}	7.87 ^{**}
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	31.27		-	4.33
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	32.63			-

จากตาราง 16 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดย กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ของนักเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig. (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	0.93	0.52	3.20	2.34	5.43**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	2.23	1.85	5.33	1.95	9.02**	0.00
กลุ่มควบคุม	2.90	2.34	2.07	1.95	-2.89**	0.01
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	2.13	1.46	4.33	1.97	7.71**	0.00
กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	0.90	1.09	3.93	2.66	7.59**	0.00
กลุ่มควบคุม ม.3	1.10	1.06	1.7	0.92	4.27**	0.00

จากตาราง 17 แสดงว่า หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงวก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนสูงกว่าต้นภาคเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนสูงกว่าปลายภาคเรียน ($t = -2.89$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทั้งกระบวนการเรียนรู้ ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และกระบวนการเรียนรู้ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคมมีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้าน ความสามารถในการแสวงหาความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคมมีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น แต่ทำให้ให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำลง

เมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-Way Analysis of Variance ได้ผลดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	165.07	2	82.53	18.93 **	0.00
ภายในกลุ่ม	379.33	87	4.36		
รวม	544.40	89			
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
ระหว่างกลุ่ม	120.82	2	60.41	15.33 **	0.00
ภายในกลุ่ม	342.83	87	3.94		
รวม	463.66	89			

จากตาราง 18 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 2 ระดับชั้น แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างน้อยระดับชั้นละ 1 คู่ ที่แตกต่างกัน และเพื่อทดสอบว่า ค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการของเซฟเฟ ในการเปรียบเทียบรายคู่ ได้ผลดังตาราง 19 และตาราง 20

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีของเซฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน
	$\bar{X}$	2.07	3.20	5.33
กลุ่มควบคุม	2.07	-	1.13	3.27**
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	3.20	-	-	2.13**
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	5.33	-	-	-

จากตาราง 19 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กับกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มควบคุม มีผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลอง2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง1 และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ครูผู้สอนต่างกัน มีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่างกัน

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
	$\bar{X}$	1.70	3.93	4.33
กลุ่มควบคุม	1.70	-	2.23**	2.63**
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	3.93	-	-	0.40
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	4.33	-	-	-

จากตาราง 20 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียน

การสอน มีผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนรู้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

2.3 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ของนักเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig. (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	3.53	1.53	4.4	1.67	4.42**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	3.07	1.55	5.40	1.71	8.84**	0.00
กลุ่มควบคุม	4.50	1.94	4.33	1.84	-0.84	0.47
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	3.57	1.70	6.23	1.52	8.76**	0.00
กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	2.93	1.68	5.23	1.87	5.43**	0.00
กลุ่มควบคุม	3.06	1.67	3.00	1.35	-0.50	0.62

จากตาราง 21 แสดงว่า หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดและ

ตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าก่อนเรียนกับปลายภาคเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-Way Analysis of Variance ได้ผลดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	21.42	2	10.71	3.5	0.03
ภายในกลุ่ม	256.07	87	3.05		
รวม	286.49	89			
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
ระหว่างกลุ่ม	168.09	2	84.04	32.98 **	0.00
ภายในกลุ่ม	221.70	87	2.55		
รวม	389.79	89			

จากตาราง 22 แสดงว่า ผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน และเพื่อทดสอบว่า ค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการของเซฟเฟ ในการเปรียบเทียบรายคู่ ได้ผลดังตาราง 23

ตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจ
แบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเซฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)	$\bar{X}$	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
		2.97	5.23	6.23
กลุ่มควบคุม	2.97	-	2.27**	3.27**
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	5.23		-	1.00
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	6.23			-

จากตาราง 23 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

2.4 ผลการเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตาราง 24

ตาราง 24 ผลการเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
ก่อนเรียนกับหลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และของ
นักเรียนกลุ่มควบคุมต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig. (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	4.80	2.27	7.40	1.07	6.36**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	3.77	2.13	6.83	1.60	7.82**	0.00
กลุ่มควบคุม	3.40	1.71	4.33	1.84	2.40	0.02
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3						
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	3.47	2.13	6.57	1.52	6.88**	0.00
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	2.47	2.36	6.17	1.76	7.53**	0.00
กลุ่มควบคุม	3.00	2.05	2.83	1.91	-0.82	0.42

จากตาราง 24 แสดงว่า หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม ทั้งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียน กับปลายภาคเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

เมื่อเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน โดยใช้ One-Way Analysis of Variance ได้ผล ดังตาราง 25

ตาราง 25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2					
ระหว่างกลุ่ม	327.49	2	163.74	69.81**	0.00
ภายในกลุ่ม	204.07	87	2.35		
รวม	531.56	89			
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
ระหว่างกลุ่ม	252.09	2	126.04	41.59**	0.00
ภายในกลุ่ม	263.70	87	3.03		
รวม	515.79	89			

จากตาราง 25 แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างน้อยระดับชั้นละ
1 คู่ ที่แตกต่างกัน และเพื่อทดสอบว่า ค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการของเซฟเฟ
ในการเปรียบเทียบรายคู่ ได้ผลดังตาราง 26 และตาราง 27

ตาราง 26 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีของเซฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2)		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
	$\bar{X}$	3.10	6.83	7.40
กลุ่มควบคุม	3.10	-	3.73**	4.30**
กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	6.83		-	0.57
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	7.40			-

จากตาราง 26 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีของเชฟเฟ

กลุ่มตัวอย่าง (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3)	$\bar{X}$	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง2 ครูประจำวิชาสอน	กลุ่มทดลอง1 ผู้วิจัยสอน
		2.83	6.17	6.57
กลุ่มควบคุม	2.83	-	3.33 ^{**}	3.73 ^{**}
กลุ่มทดลอง2: ครูประจำวิชาสอน	6.17		-	0.40
กลุ่มทดลอง1: ผู้วิจัยสอน	6.57			-

จากตาราง 27 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ช่วยให้ผลการเรียนรู้ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และครูผู้สอนต่างกัน ไม่มีผลให้จิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างกัน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้รวบรวมข้อมูล ผลการประเมินตนเองของนักเรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตร โดยให้นักเรียนตอบแบบประเมินตนเอง หลังจบหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ดังนี้

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: เปิดประตูสู่โลก ของวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนร้อยละ 75.36 ประเมินว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้มาก ร้อยละ 14.50 ประเมินว่าเข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 10.14 ประเมินว่าเข้าใจปานกลาง
2. นักเรียนร้อยละ 47.82 ประเมินว่ากิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้นมาก ร้อยละ 21.74 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 15.941 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจปานกลาง
3. นักเรียนส่วนใหญ่ประเมินตนเองว่ามีความรู้ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้ในระดับมาก มากที่สุด และ ปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนร้อยละ 70.51 ประเมินว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้มาก ร้อยละ 17.95 ประเมินว่าเข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 11.54 ประเมินว่าเข้าใจปานกลาง
2. นักเรียนร้อยละ 47.43 ประเมินว่ากิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้นมาก ร้อยละ 43.58 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 7.69 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจปานกลาง
3. นักเรียนร้อยละ 48.71 ประเมินว่าเข้าใจมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม ที่ใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์มากที่สุด ร้อยละ 47.44 ประเมินว่าเข้าใจมาก และร้อยละ 3.85 ประเมินว่าเข้าใจปานกลาง
4. นักเรียนร้อยละ 53.84 ประเมินว่ามีความตระหนักถึงความสำคัญของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มาก ร้อยละ 43.58 ประเมินว่ามีความตระหนักถึงความสำคัญของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด และ ร้อยละ 1.28 ประเมินว่ามีความตระหนักถึงความสำคัญของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

1. นักเรียนร้อยละ 66.67 ประเมินว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้มาก ร้อยละ 22.22 ประเมินว่าเข้าใจปานกลาง และ ร้อยละ 11.11 ประเมินว่าเข้าใจมากที่สุด
2. นักเรียนร้อยละ 64.44 ประเมินว่ากิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้นมาก ร้อยละ 22.22 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจ

มากที่สุด และ ร้อยละ 13.33 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจปานกลาง

3. นักเรียนร้อยละ 75.56 และ 55.55 ประเมินว่าเข้าใจความหมายของเทคโนโลยี และเข้าใจสาเหตุที่ทำให้เกิดเทคโนโลยี มาก ร้อยละ 15.56 และ 22.22 ประเมินว่า มีความเข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 8.88 และ 22.22 ประเมินว่ามีความเข้าใจปานกลาง ตามลำดับ

4. นักเรียนร้อยละ 64.44 และ 57.78 ประเมินว่า เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี และตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยี ต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบมาก ร้อยละ 26.67 และ 37.78 ประเมินว่ามีความตระหนักมากที่สุด และ ร้อยละ 8.89 และ 4.44 ประเมินว่ามีความตระหนักปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

1. นักเรียนร้อยละ 58.00 ประเมินว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้มาก และร้อยละ 42 ประเมินว่าเข้าใจมาก

2. นักเรียนร้อยละ 62.00 ประเมินว่ากิจกรรมต่างๆ ในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้นมาก ร้อยละ 30.00 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจมากที่สุด และ ร้อยละ 8.00 ประเมินว่าช่วยให้เข้าใจปานกลาง

3. นักเรียนร้อยละ 70.00 ประเมินว่าสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งลงไปต่อสถานการณ์ บุคคล หรือสิ่งแวดล้อมได้มาก ร้อยละ 24.00 ประเมินว่าสามารถใช้ได้ มากที่สุด และร้อยละ 6.00 ประเมินว่าสามารถใช้ได้ปานกลาง

4. นักเรียนร้อยละ 56.00 ประเมินว่าสามารถใช้ข้อมูลที่พิสูจน์ได้ หลักการ และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการอภิปรายและ ตัดสินใจสนับสนุนหรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อตนเองสังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม ร้อยละ 32.00 ประเมินว่าสามารถใช้ได้มากที่สุด และร้อยละ 12.00 ประเมินว่าสามารถใช้ได้ปานกลาง

5. นักเรียนร้อยละ 54.00 ประเมินว่าเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด และร้อยละ 46.00 ประเมินว่าเห็นคุณค่าของการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาก

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตร สรุไปได้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: เปิดประตูสู่โลก ของวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 52.17 ประเมินว่ามีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้นี้มาก ร้อยละ 27.54 ประเมินว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด และร้อยละ 20.29 ประเมินว่ามีความพึงพอใจ ปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 51.28 ประเมินว่ามีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้นี้มาก ร้อยละ 44.87 ประเมินว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด และร้อยละ 3.85 ประเมินว่ามีความพึงพอใจปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

นักเรียนร้อยละ 55.56 ประเมินว่ามีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้นี้มาก ร้อยละ 35.56 ประเมินว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด และร้อยละ 8.88 ประเมินว่ามีความพึงพอใจปานกลาง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

นักเรียนร้อยละ 60.00 ประเมินว่ามีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้นี้มาก ร้อยละ 30.00 ประเมินว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด และร้อยละ 10.00 ประเมินว่ามีความพึงพอใจปานกลาง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ครั้งนี้
สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ
ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
โดยการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

- 2.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนกับหลังเรียน
- 2.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
- 2.3 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ผู้วิจัยสอนกับกลุ่มทดลองที่ครูประจำวิชาสอน

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

เป็นการรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำมาสร้างหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและ
ความต้องการของโรงเรียนและของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยศึกษาจากเอกสาร งานวิจัย และ
การสัมภาษณ์บุคคล ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน แล้วสรุปประเด็น
ปัญหาที่พบ และกำหนดทิศทางของหลักสูตรที่จะสร้าง

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

เป็นการนำเอาผลการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลพื้นฐาน มาสร้างเป็นหลักสูตร ชื่อหลักสูตร
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรให้
สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แล้วจัดทำเอกสารหลักสูตร และเอกสาร
ประกอบหลักสูตร ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แนวการตอบและเกณฑ์

การให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน และ คู่มือการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินและปรับปรุงหลักสูตรก่อนการทดลองใช้

เป็นการศึกษาข้อบกพร่องของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรที่สร้างขึ้น และ ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

3.1 การประเมินและปรับปรุงร่างหลักสูตร

เป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องของหลักสูตรและปรับปรุงแก้ไข โดย ผู้วิจัยวิเคราะห์ องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรด้วยตารางวิเคราะห์แบบปูยแซงค์ และ ปรับปรุงแก้ไขให้องค์ประกอบของหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรมีคุณภาพสูง แล้วนำร่าง หลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของร่างหลักสูตร ความสอดคล้องกันภายในของ องค์ประกอบของหลักสูตร และคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หาค่าเฉลี่ย ความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อร่างหลักสูตร แล้ว พิจารณาปรับปรุงร่างหลักสูตรตามผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 การประเมินและปรับปรุงเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.2.1 การประเมินและปรับปรุงแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เมื่อสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเสร็จแล้ว 1) นำไปทดลองใช้กับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ระดับชั้นละ 15 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 5 คน แล้วจับเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำ แบบทดสอบ และสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับคำถามในแบบทดสอบ นำข้อมูลที่ได้ใช้ไปปรับปรุง แบบทดสอบ โดยจัดกลุ่มคำถามใหม่ตามตัวแปรที่ต้องการวัด แล้วคัดเลือกคำถามที่เป็นตัวแทนของ ตัวแปรแต่ละตัว ได้คำถามจำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ การคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ปรับปรุงคำถามให้เป็นแบบปลายเปิด ทั้งหมด 2) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้าง 3) นำแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน และจับเวลา และสอบถามนักเรียนว่าเข้าใจคำถาม รวมทั้งคำศัพท์ที่ใช้ ในแบบทดสอบหรือไม่ 4) นำผลการประเมิน ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และผลการนำแบบทดสอบ ไปใช้กับนักเรียนมาพิจารณาปรับปรุง

3.2.2 การประเมินและปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน

เมื่อปรับปรุงคำถามของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วเสร็จ ผู้วิจัยเขียนแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามแต่ละข้อ แล้ว 1) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้องของแนวการตอบและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน 2) นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาพิจารณาปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสม 3) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบนักเรียน แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่นักเรียนตอบครบทุกข้อคำถามมา 15 ฉบับ นำไปให้ครูประจำวิชา ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก และผู้วิจัย ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ข้อที่มีผลการให้คะแนนแตกต่างกัน ผู้วิจัยจะสอบถาม และอภิปรายกับผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนว่ามีความเข้าใจแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนข้อนั้นๆ อย่างไร 4) นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจน ครอบคลุมและเหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบนักเรียนกลุ่มเดียวกัน จำนวน 30 คน 2 ครั้ง ห่างกัน 3 สัปดาห์ นำไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงแล้ว หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แล้วปรับปรุงแบบทดสอบให้มีความเชื่อมั่นสูง

3.2.4 การประเมินและปรับปรุงแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

นำแบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนประเมินความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในสถานการณ์จริง แล้วปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3.3 การศึกษานำร่อง

เป็นการนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำหลักสูตรไปใช้ในสถานการณ์จริง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ระดับชั้นละ 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 รวม 30 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ส่วนครูประจำวิชาเป็นผู้สังเกตการสอน และร่วมประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการใช้หลักสูตร เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนการสอน เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการศึกษานำร่อง และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการศึกษานำร่อง หาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการใช้หลักสูตร แล้วนำข้อบกพร่องจากการศึกษานำร่องมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้หลักสูตรที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

เป็นการนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ระยะเวลาทดลองใช้หลักสูตร 1 ภาคเรียน รวมเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 30 ชั่วโมง ใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง แบบ Nonequivalent Control Group Design (Pretest-Posttest Nonrandomized Design) กลุ่มทดลอง เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม และเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นวิชาเพิ่มเติม กลุ่มควบคุม เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม แต่ไม่เรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล 1) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มทดลองด้วยหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 3) ระหว่างการทดลองใช้หลักสูตร เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอน บรรยากาศการเรียน การสอน ปัญหาและอุปสรรคของการใช้หลักสูตร 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลองใช้หลักสูตร ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบหลังเรียน และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อหลักสูตร โดยใช้แบบสอบถาม

การหาประสิทธิภาพของหลักสูตร 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนกับหลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับของผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ 3) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ 4) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้าน

จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียน หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน ถ้าผลการเรียนรู้ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ได้ผลการวิจัย ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. ได้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พร้อมด้วยเอกสาร ประกอบหลักสูตร ที่ผ่านการประเมินและปรับปรุง พร้อมทั้งจะนำไปใช้จริง ดังนี้

1.1 หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีโครงสร้าง ประกอบด้วย 1) สภาพปัญหาและความสำคัญของหลักสูตร 2) หลักการของหลักสูตร 3) เป้าหมาย ของหลักสูตร 4) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 5) มาตรฐานการเรียนรู้ 6) สาระการเรียนรู้ 7) ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง 8) หน่วยการเรียนรู้ 9) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 10) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่า โครงสร้างของหลักสูตรมีความเหมาะสมในระดับมาก ถึงมากที่สุด และองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น

1.2 ได้เอกสารประกอบหลักสูตร ได้แก่

1.2.1 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 หน่วย ซึ่งผ่านการประเมินและปรับปรุงด้านเนื้อหา กิจกรรม เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และภาษาที่ใช้ในหน่วยการเรียนรู้ ให้เหมาะกับวัยของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจากผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้หลักสูตรกับนักเรียน

1.2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย คำถาม ด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ด้านการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ และด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับสูง (ค่าความเชื่อมั่น 0.70)

1.2.3 แนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่า แนวการตอบถูกต้องและเกณฑ์การให้คะแนนเหมาะสม ทุกข้อ

1.2.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและครูว่า มีเกณฑ์การประเมินชัดเจน สะท้อนความรู้ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร และนำไปใช้ได้สะดวก

1.2.5 สื่อประกอบการเรียน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประเมินว่า ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในระดับมากที่สุด และนักเรียนประเมินว่าน่าสนใจและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระของบทเรียนได้ดี

1.2.6 คู่มือการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ครูเข้าใจเนื้อหาสาระของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนการสอน และแนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในระดับมาก

2. ได้หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอน มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2.2 ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนสูงกว่าต้นภาคเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนสูงกว่าปลายภาคเรียน ($t = -2.89$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอน มีผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทั้งกลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนมีผลการเรียนรู้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2.3 ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์

หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนของผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอน มีผลการเรียนรู้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2.4 ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาสอนมีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ในการพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และเอกสารประกอบหลักสูตร

จากผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติมตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม และเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นวิชาเพิ่มเติม มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม แต่ไม่เรียนหลักสูตร ธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นวิชาเพิ่มเติม มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์โดยรวม ต้นภาคเรียนและปลายภาคเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้สูงขึ้นเนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า ครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน (ยกเว้น ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ในหัวข้อ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการพัฒนาหลักสูตร คือเพื่อใช้เป็นวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และให้ครูสามารถนำหลักสูตรไปใช้ได้จริง

ผลการวิจัยดังกล่าวอภิปราย ได้ดังนี้

1) หลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่มีการบูรณาการเนื้อหาวิชาที่เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม เข้ากับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องในเรื่องดังกล่าว และใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การตัดสินใจ การแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และให้เห็นแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียน ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง ซึ่งการเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบโมเดลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้นๆ และการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน ออซูเบล (ทิสนา แชมมณี. 2545 : 68) เชื่อว่าจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

2) หลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยได้ปรับปรุงให้เหมาะสมมากขึ้นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในสถานการณ์จริง เป็นเวลา 1 ภาคเรียน เมื่อพบข้อบกพร่อง ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไข ปรับปรุง ทำให้ได้หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมี 6 ขั้นตอน แต่จากการศึกษานำร่อง พบว่า มีความยุ่งยาก และขาดความยืดหยุ่นในทางปฏิบัติ และผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนมาเป็น กิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือเพื่อปูพื้นฐานในเรื่องที่จะสอน จากนั้นจึงดำเนินการเรียนการสอนด้วย กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียน มีความรู้ ความสามารถ เพียงพอที่จะทำกิจกรรมสุดท้าย คือกิจกรรมรวบยอด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จะเป็นเครื่องพิสูจน์ว่านักเรียน มีความรู้ ความสามารถ ตามมาตรฐาน

ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ หรือไม่ กระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์อย่างเดียวกันซ้ำๆ และต่อเนื่องกัน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถให้เพิ่มขึ้น ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม ซึ่งถือเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Tyler. 1949 : 84)

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ตามหลักสูตร มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าเรียนกับปลายภาคเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 พบว่า ผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่สูงขึ้น เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งอภิปรายได้ ดังนี้

เป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัด ของวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2546 : 1) และกำหนดไว้เป็นสาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสถานศึกษาต้องนำมาตรฐานดังกล่าวไปจัดการเรียนการสอนทุกสาระ ทุกช่วงชั้น (สสวท. 2545 : 36) แต่ในทางปฏิบัติการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นที่เนื้อหา(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 27) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนของผู้วิจัย ในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ที่พบว่า 1) หนังสือเรียนทุกเล่ม (จากจำนวน 22 เล่ม) เน้นที่องค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ละสาขา 2) มีหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 เพียง 1 เล่ม ที่กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในแง่ที่ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้เพื่อนำมาใช้ทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดียวกันก็อาจ

เกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ช่วงชั้นที่ 4 กล่าวว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาที่มุ่งแสวงหาความจริงของธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ความรู้ที่ได้รับในขณะนี้ เป็นความจริงในปัจจุบันแต่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต เมื่อเวลาและสถานที่เปลี่ยนไปหรือมีข้อมูลที่ เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการส่วนใหญ่มาเพิ่มเติม 3) ไม่พบว่ามีหนังสือเรียนเล่มใดกล่าวถึงหรือชี้ให้เห็นถึงขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้นำเนื้อหาสาระเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาบรรจุไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ของหลักสูตร แต่เนื่องจากเนื้อหาสาระเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม แต่นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีอายุระหว่าง 13-15 ปี แม้จะสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (ทศนา เขมมณี. 2545 : 17) แต่กระบวนการคิดของเด็กยังแตกต่างจากผู้ใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอบทเรียนในลักษณะบทสนทนาโดยใช้ภาพการ์ตูนประกอบ และนำกรณีตัวอย่างที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องราวที่นักเรียนเคยทราบมาก่อน มาประกอบการอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้การโคจรของดวงดาวต่างๆ รอบดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวันกลางคืน ในการอธิบายข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ใช้การค้นพบกฎของแรงโน้มถ่วงจากการสังเกตการตกของผลแอปเปิลของนิวตัน และการค้นพบวิธีหาปริมาตรของวัตถุที่ไม่มีรูปทรงเรขาคณิตด้วยการแทนที่น้ำของอาร์คิมิดีส อธิบายวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะดังกล่าวทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนไม่ยากจนเกินไป สามารถทำความเข้าใจได้ และนักเรียนส่วนใหญ่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เช่น ร่วมอภิปราย ชักถาม และนำกรณีศึกษาอื่นๆ ที่ตนเองสนใจมานำเสนอ จึงทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคมเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่นักเรียนกลุ่มควบคุมไม่เรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ทั้งๆที่วิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคมก็มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เลเดอร์แมน และโอมอลลี (Lederman; & O'Malley.1990 : 225-239) ที่พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้โดยได้รับการสอนและการเรียนธรรมชาติดังกล่าวอย่างจริงจัง และผลการวิจัยของ ไมซ์ทรี (Meichtry. 1993 : 435-38) ที่พบว่า ตำราเรียนและการสอนของครู ที่ไม่ได้เน้นการมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องระหว่าง เนื้อหา กระบวนการ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2.2 ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนสูงกว่าต้นภาคเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนสูงกว่าปลายภาคเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทั้งกลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัย มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1) หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01และนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียนสูงกว่าต้นภาคเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนสูงกว่าปลายภาคเรียน ($t = -2.89$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ผลการวิจัยแสดงว่า กระบวนการเรียนรู้ ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น ส่วนกระบวนการเรียนรู้ ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม มีผลทำให้ผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น แต่ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำลง ซึ่งอภิปรายได้ว่า กระบวนการพัฒนาความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการได้มาอย่างไรบ้าง โดยมีกรณีศึกษามาให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และ

อธิบายถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเหตุผลที่ต้องทำการทดลองซ้ำและต้องสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่เชื่อถือได้ แล้วจึงมีกิจกรรมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทั้งการทดลองและการสืบค้นข้อมูล เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องและชัดเจนจึงเกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง สำหรับกระบวนการพัฒนาความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม นั้น ถึงแม้จะมีกิจกรรมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทั้งการทดลองและการสืบค้นข้อมูลเช่นเดียวกัน แต่ขาดการให้ความรู้เบื้องต้นที่ชัดเจนแก่นักเรียน จึงอาจทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งยังมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์น้อย เกิดการถ้อยแถลง การเรียนรู้ทางลบ นักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงมีผลการเรียนรู้ปลายภาคเรียนต่ำกว่าต้นภาคเรียน สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์มากขึ้น สามารถปรับความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมได้ ผลการเรียนรู้ปลายภาคเรียนของนักเรียนจึงสูงขึ้น

2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ครูประจำวิชาเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน สูงกว่ากลุ่มที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ อธิบายได้ว่า ประสบการณ์สอนและพฤติกรรมการสอนของครู มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่า ครูประจำวิชาที่มีประสบการณ์สอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มากกว่า 20 ปี ส่วนผู้วิจัยไม่มีประสบการณ์สอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แต่เป็นครูผู้สอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ครูประจำวิชาจึงมีความชำนาญในการสอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มากกว่าผู้วิจัย เช่น สามารถใช้ภาษาและวิธีสอนที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนได้มากกว่าผู้วิจัย นอกจากนี้ประสบการณ์การสอนที่ต่างกันทำให้ครูและผู้วิจัยมีพฤติกรรมการสอนที่แตกต่างกันด้วย เช่น กรณีที่นักเรียนขอคำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูล ครูประจำวิชาจะอธิบายหรือชี้แนะแนวทางอย่างละเอียด และหากนักเรียนไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำได้ก็จะสาธิตหรือลงมือให้การช่วยเหลือ ส่วนผู้วิจัยจะให้คำแนะนำกว้างๆ แล้วให้นักเรียนตัดสินใจหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยดังกล่าวอาจไม่เหมาะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งยังมีพัฒนาการทางสติปัญญาตามวัยไม่สมบูรณ์เต็มที่ นอกจากนี้วิธีสอนดังกล่าวอาจไม่สอดคล้องกับความสามารถ หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผ่านการศึกษาจากระดับประถมศึกษาขึ้นมาเพียง 1 ปี โดยที่ในระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยของกองวิจัยทางการศึกษา (2541: 54) พบว่า วิธีการแสวงหาความรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาจัดน้อยที่สุด คือวิธีการค้นคว้าด้วยตนเอง ดังนั้น การให้คำแนะนำเพียงกว้างๆ อาจไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนที่มีประสบการณ์เดิมน้อย นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ได้ช้า

2.3 ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดและตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียน กับผลการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนของผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และกลุ่มทดลอง2 ที่ครูประจำวิชาเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน มีผลการเรียนรู้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีผลการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แสดงว่าผลการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้นเนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ส่วนผลการวิจัยที่พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ไม่แตกต่างจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน อภิปรายได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ของหลักสูตร อาจมีน้อยเกินไปหรืออาจมีความยาก-ง่าย ไม่เหมาะกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีอายุประมาณ 13-14 ปี การคิดและการตัดสินใจ จะเป็นการกระทำตามกฎเกณฑ์ของกลุ่มย่อยๆ ของตน หรือทำตามกฎหมายและศาสนา (Kholberg, 1976 : 31-53) ในขณะที่กิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตร มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดและตัดสินใจด้วยตนเอง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจึงสูงขึ้นไม่มากเท่าที่ควรจะเป็น

2.4 ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนกลุ่มทดลองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ต้นภาคเรียนกับปลายภาคเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ปลายภาคเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนการสอน และกลุ่มทดลอง2 ซึ่งครูประจำวิชาเป็นผู้จัดการเรียนการสอน มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลอง1 กับกลุ่มทดลอง2 มีจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ผลการวิจัยแสดงว่า ผลการเรียนรู้ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้นเนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยครูผู้สอนต่างกัน ผลการเรียนรู้ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ยืนยันว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวุฒิภาวะเชิงจริยธรรมเพียงพอที่จะเรียนรู้จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเพียเจต์ (ทิสนา แคมมณี. 2541 : 5-8) ที่เชื่อว่าพัฒนาการทางจริยธรรมของเด็กจะบรรลุขั้นสูงสุดได้เมื่ออายุประมาณ 8-10 ปี และผลการวิเคราะห์คำตอบของเยาวชนอเมริกัน อายุ 10-16 ปี เกี่ยวกับเหตุผลในการเลือกกระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ในสถานการณ์ที่ขัดแย้งระหว่างความต้องการส่วนบุคคลและกฎเกณฑ์ของกลุ่มหรือสังคม ที่พบว่า เด็กจะเริ่มใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม ตั้งแต่อายุ 2 ปี และต่อมาเมื่อเด็กได้รับประสบการณ์ทางสังคมใหม่ ๆ หรือสามารถเข้าใจความหมายของประสบการณ์เก่าๆ ได้ดีขึ้น ก็เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดและเหตุผล ทำให้การใช้เหตุผลในขั้นที่สูงขึ้นต่อไปมีมากขึ้นเป็นลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม จากการที่ผู้วิจัยค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนพบว่ายังมีน้อย ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตจากผลการวิจัยของ อัจฉรา แก้วมณี (2540 : 77) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีค่าเฉลี่ยด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ค่อนข้างต่ำ โดยมีนักเรียนเพียง 1 คนเท่านั้นจากนักเรียน 100 คน ที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการปลูกฝังเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่มากพอ

นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบว่าหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการเขียนสื่อความของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจาก ทั้งกิจกรรมนำสู่การเรียนรู้ กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ และกิจกรรมรวบยอด เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการทำกิจกรรม แล้วเขียนสื่อความออกมา นอกจากนี้การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นระดับคุณภาพ ที่พิจารณาจากคำตอบหรือการแสดงความคิดเห็น ที่รอบคอบและมีเหตุผลเป็นสำคัญ ผลการตรวจแบบทดสอบที่พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเป็นเครื่องยืนยันว่า กระบวนการเรียนการสอนของหลักสูตร ช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการเขียนสื่อความของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำหลักสูตรไปใช้

1. หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เป็นหลักสูตรที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดขั้นสูง ซึ่งต้องใช้เวลามากในการฝึกฝนให้นักเรียนเกิดทักษะ และเกิดความคงทนในการเรียนรู้ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลา จึงจัดเตรียมเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับระยะเวลาของการวิจัยในครั้งนี้ คือ 1 ภาคเรียน ซึ่งจากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้ พบว่า เนื้อหาและกิจกรรม มีจำนวนค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับเวลา 1 ภาคเรียน ประกอบกับช่วงชั้นที่ 3 มีการตัดสินผลการเรียนเป็นรายปี ดังนั้น ในการนำหลักสูตรไปใช้ในโรงเรียน ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้ขยายเวลาเรียนของหลักสูตรออกไปเป็น 2 ภาคเรียน (1 ปีการศึกษา) แล้วปรับปรุง เพิ่มเติมกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์ ควรนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มารวมไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เนื่องจากเรื่องดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ควรปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ให้เข้าใจง่าย และขยายความ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อ โดยให้มีตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม หรือสถานการณ์จริงให้มากขึ้น และควรให้มีกิจกรรมเผยแพร่ความรู้ด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สู่สังคม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: ควรเปลี่ยนเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบกิจกรรมที่มีแนวทางการศึกษาค้นคว้าที่ชัดเจนในช่วงแรก แล้วค่อยๆ ลดการแนะแนวทางลง จนในที่สุดให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการดังกล่าวน่าจะช่วยลดผลกระทบอันเกิดจากวิธีสอนของครูที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทางหนึ่ง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา ยังคงไว้ให้เป็นหน่วยบูรณาการความรู้ ที่ยืดหยุ่นได้ทั้งเนื้อหาสาระ และเวลา โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วม ด้วยการนำกิจกรรมหรือกรณีศึกษาที่ตนเองสนใจมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ครูประจำวิชาซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มานานปี เป็นผู้จัดการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัย ซึ่งไม่มีประสบการณ์สอนนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นผู้จัดการเรียนการสอน ดังนั้น เพื่อให้การใช้หลักสูตรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรจัดครูที่

มีประสบการณ์สอนและรู้ระดับความสามารถของนักเรียนเป็นอย่างดีเข้าสอน หรือควรเตรียมครูผู้สอน โดยชี้แจงให้เข้าใจถึงศักยภาพของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ก่อนใช้หลักสูตรนี้

3. ครูผู้สอนหลักสูตรนี้ ควรศึกษาปรัชญาวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจ และในขณะจัดการเรียนการสอนไม่ควรนำเอาความเชื่อส่วนบุคคลมาปะปนกับบทเรียน เช่น ความเชื่อเรื่องโชคลาง ภูตผี และเรื่องลึกลับต่างๆ เนื่องจากอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่านักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 เมื่อได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนเนื้อหาสาระที่จำเป็น หรือที่เป็นพื้นฐานจนมีความรู้ที่ถูกต้องเพียงพอแล้ว นักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ได้เหมาะสม จึงควรสนับสนุนให้มีการนำกระบวนการเรียนการสอนในลักษณะนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนควบคู่ไปกับวิธีการอื่นๆ อย่างสมดุล

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่า นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 3 สามารถเรียนรู้เนื้อหาในเชิงปรัชญา หรือเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมวิทยาศาสตร์ได้ ถ้ากระบวนการเรียนการสอนมีรูปแบบที่ชัดเจน เช่น ในการวิจัยครั้งนี้จะมีการให้ความรู้ที่จำเป็น ที่ถูกต้องก่อน แล้วเสริมความเข้าใจด้วยกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน แล้วฝึกซ้ำในลักษณะของการนำความรู้ไปใช้ จึงควรมีการวิจัยต่อไปว่า 1) ต้องใช้กิจกรรมในลักษณะดังกล่าวอย่างน้อยกี่ซ้ำ จึงจะเกิดผลการเรียนรู้ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ต้องใช้กิจกรรมในลักษณะดังกล่าวอย่างน้อยกี่ซ้ำ จึงจะเกิดความคงทนในการเรียนรู้

2. สำหรับผู้ที่สนใจจะพัฒนาหลักสูตร ควรนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ไปทำการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซ่อมเสริม แล้วศึกษาว่าการฝึกซ้ำๆ ด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังกล่าวช่วยพัฒนาความรู้ ความสามารถ ของนักเรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนรู้ได้ช้า ได้หรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- (2544ข). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2544ค). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2535). รายงานผลการประเมินการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2535. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.
- (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- กาญจนา ปัญญานนท์วาท. (2539). ผลของการใช้กรณีศึกษาในการสอนทางคลินิก ที่มีต่อ ความตั้งใจกระทำพฤติกรรมจริยธรรมในการปฏิบัติการพยาบาลสู่ศาสตร์ ของนักศึกษา พยาบาล. วิทยานิพนธ์ พย.ม. (การพยาบาลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการบริหารวิชาบูรณาการ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป. (2545). สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันจิรา ดียิ่ง. (2543). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในโรงเรียน พระปริยัติธรรม กลุ่มโรงเรียนที่ 11. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยาปกรณ์ เนื่องฤทธิ์. (2538). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนัก ในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม กับการสอน ตามคู่มือครูของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- จิต นวนแก้ว. (2543). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราพร วัฒนศรีสิน. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างจริยธรรม
ของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. วิทยานิพนธ์
กศ.ด. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ คุประตกุล. (2536). ที่มาของเทคโนโลยี. ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธี
ทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4. 153-154. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- โชติ เพชรชื่น. (2529?). เทคนิคการประเมินหลักสูตร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลลดา จิตติวัฒนพงศ์. (2544). กลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีการเรียน
(Learning Style). กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชำนาญ อินทรสมบัติ. (2542). การเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญ
ศึกษา เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ดารุณี งามสอน. (2542). การศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ
ครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา
เขตการศึกษา 9 . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน พันธุมนาวิน. (2524). จิตวิทยาจริยธรรมและจิตวิทยาภาษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ทัศนาวิจิตรพจน์. (2543). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ใน 4 จังหวัดชายแดนภาคใต้.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

ทศนา แหมมณี. (2541). การพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ.
กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมแห่งชาติแห่งประเทศไทย.

----- . (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธวัชชัย ชัยจิรฉายกุล. (2529). การพัฒนาหลักสูตรจากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:
อักษรบัณฑิต.

อัมร บัวศรี. (2532). ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
คุรุสภาลาดพร้าว.

ธงชัย ชิวปรีชา. (2537). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระ
ชุดวิชาสาระและวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 13-15. 20-27. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

นงลักษณ์ วิรัชชัย; สุวิมล ว่องวาณิช; และ อวยพร เรืองตระกูล. (2547). การประเมินผลการปฏิรูป
การเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. ใน *การวิจัยเกี่ยวกับ
การปฏิรูปการเรียนรู้*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 295-303. กรุงเทพฯ: เจริญผล.

บุญยิ่ง วรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถ
ในการตัดสินใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ
การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
ผ่องพรรณ ทรัพย์มงคลกุล; และ สุภาพ นัฏราภรณ์. (2545). การออกแบบการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภพ เลหาไพบุลย์. *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

พระราชวรมูณี (ประยุทธ์ ปยุตโต). (2523). *แนวทางพัฒนาจริยธรรมไทย*. กรุงเทพฯ: การศาสนา.

พระเมธีธรรมภรณ์. (2538). พุทธปรัชญากับการพัฒนาวินัยและประชาธิปไตย. ใน *คำบรรยาย
เกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมที่เน้นความมีวินัยและความเป็น
ประชาธิปไตย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

พันธณี วิหคโต. (2546. พฤษภาคม). ผลการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของสถานศึกษา.

วารสารวิชาการ. 6(5) : 2-10.

เพ็ญวรรณ พัทธสังคราม. (2539). การศึกษาสถานการณ์เชิงจริยธรรมและความตั้งใจกระทำ

พฤติกรรมจริยธรรมของนักศึกษาพยาบาล ในการปฏิบัติการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช .

วิทยานิพนธ์ พย.ม. (การพยาบาลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พิภพ วังเงิน. (2545). จริยธรรมวิชาชีพ. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ;และ จีระพรรณ สุขศรีงาม. (2541). ความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พงษ์ศักดิ์ ไชยมาตย์. (2542). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการ

การประถมศึกษาแห่งชาติ (สปช) เขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).

มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

พรสิทธิ์ กัณามน. (2543). การศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ

ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการการประถมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์. รายงานการค้นคว้าอิสระ กศ.ม.

(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วุฒิชัย จำนงค์. (2523). พฤติกรรมการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

รศนา อัสชะกิจ. (2537). กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:

รัตน์ บั้วรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ฤกษ์ชัย คุณูปการ. (2539). หลักการและทฤษฎีการปลูกฝังจริยธรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏ

พิบูลสงคราม.

- วิไลลักษณ์ วดีศิริศักดิ์. (2544). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีเกียรติ อนันต์สวัสดิ์. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนบูรณาการเพื่อส่งเสริมจริยธรรมของ
นักศึกษาพยาบาลในวิทยาลัยพยาบาล กระทรวงสาธารณสุข. วิทยานิพนธ์ ค.ด.
(อุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีสุรางค์ ปิ่นะกุล; และคนอื่น ๆ. (2542). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
สัจด์ อุทธานันท์. (2532). การพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ: มิตรสยาม.
- สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2544). การเสริมสร้างการเรียนรู้การสอน
เพื่อความเป็นเลิศในระบบการศึกษาของไทย : ยุทธศาสตร์ในการสร้างบุคลากร
ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศไทยในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางดพรว.
- . (2546ก). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- . (2546ข). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สาโรช บัวศรี. (2526). จริยธรรมศึกษา. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูป
วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ : เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2546). รายงานสรุปการติดตามและประเมินผลการปฏิรูป
การศึกษา ในวาระครบรอบ 4 ปี ของการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2547). แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา
แบบอิงมาตรฐาน. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานฯ.
- ลำลี ทองจิ้ว. (2545). หลักและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กรณีศึกษาวิทยาศาสตร์
ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพร พิศาลบุตร. (2544). จริยธรรมทางธุรกิจ. กรุงเทพฯ: วี.เจ. พรินติ้ง.

- สุมิตร คุณานุกร. (2518). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2520). *หลักสูตรและการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพฯ: ชวนชม.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- สุนีย์ ภูพันธ์. (2546). *แนวคิดพื้นฐานการสร้างและการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ :
The Knowledge Center
- สุมาลี สีมืด. (2543). *การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการฝึกของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก*. สารพิมพ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉรา แก้วมณี. (2540). *การศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี*.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- AAAS. (1970). *Science A Process Approach*. New York : Comantary for teacher.
- Billeh, V.Y.; & Malik, M.H. (1977, February). A Comparative Study of Georgia Middle
School Teachers' Understandings of the Nature of Science. *Dissertation Abstracts
International*. 48(2) : 354-A.
- Bruner, Jerome Symour. (1963). *The Processes of Education* . Cambridge:
Harvard University
- Bybee, R.W.; & Others. (1991, January). Integrating the History and Nature of Science
and Technology in Science and Social Studies Curriculum. *Science Education*.
75(1) : 143-155.
- Carin, Artur.; & Sund, Robert B. (1975). *Teaching Science Through Discovery*. 3 rd ed.
Columbus, Ohio: Charls E. Merrill.
- Collette, Alfred T.; & Chiappeta, Eugene L. (1973). *Science Teaching in the Secondary
School*. Boston: Allyn & Bacon.
- Doran, R.L. ; Guerin, R.O. ;& Cavaleiri. (1974, July-September). An Analysis of Several
Instruments Measuring Nature of Science. *Science Education*. 58(3) : 321-329.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3 rd ed. New York: McGraw Hill.

- Good, Randal G. (1972). *Science-Children : Reading in Elementary Science Education*. Iowa : WM.C.Brown.
- Griffiths, A. K.; & Barry, M. (1993, January). High School Students' Views about the Nature of Science. *School Science and Mathematics*. 93(1) : 35-37.
- Griffiths, A. K; & Barman, C. R. (1993, March). Australian Secondary School Students' Concepts Regarding the Nature of Science. *Australian Science Teachers Journal*. 93(1) : 69-71.
- (1995, May). High School Students' Views about the Nature of Science : Results from Three Countries. *School Science and Mathematics*. 95(5) : 248-255
- Joyce, Bruce; & Weil, Marsha. (1985). *Model of Teaching*. New Delhi: Prentic Hall of India.
- Kapier, John D.; & Riley, Joseph P. (1985). Relationship between Affective Determinants and Achievement in Science for Seventeen-Year Olds, *Journal of Research in Science Teaching* 22 : 365-383.
- Kohlberg, L. (1976). *Moral Development and Moral Behavior: Theory, Research and Social Issu*. New York : Holt, Rinehart & Winston.
- Klinckmann, E. (1970). *Biology Teacher's Handbook* : 2 rd ed. New York : John Wiley and Son.
- Krathwohl, David R.; Bloom, B.S. ; & Masia, B.B. (1969). *Taxonomy of Educational Objectives the Classification of Educational Goals Handbook II : Affective Domain*. New York : David Mckay.
- Kusland, Louis I.; & Stone, Harris. (1968). *Teaching Children Science : an Inquiry Approach*. Belmont: Wadsworth Publishing.
- Lederman, N. G. (1992, April). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science : a Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(4) : 331-359.
- Lederman, N. G.; & O'Malley. (1990, February). Students' Perceptions of Tentativeness in Science. *Science Education*. 74(2) : 225-239.
- McCarthy, Bernice. (1990, October). Using the 4 MAT System to Bring Learning Styles to Schools. *Educational Leadership*. 48 (2) : 31-37.

- Meichtry, Y.J. (1992, April). Influencing Student Understanding of the Nature of Science : Data From a Case of Curriculum Development. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(4) : 389-407.
- (1993, May). The Impact of Science Curricula on Student Views about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(5) : 429-443.
- Michael O. Martin; & et al. (2000). *TIMSS 1999 International Science Report*. Boston: The International Study center Lynch School of Education Boston Collodge.
- National Academy of Sciences. (1998). *Teaching About Evolution and The Nature of Science*. Washington: National Academy.
- Oliva, Peter F. (1992). *Developing the Curriculum*. 3 rd ed. New York: HarperCollins.
- Palmer, G.A. (1979, January). The Nature of the Scientific Enterprise. *School Science and Mathematics*. 66(1) : 13-21.
- Raths, E.; Harmin, Merrill; & Simon, Sidney B. (1966). *Value and Teaching : Working with Values in the Classroom*. Columbus : Charles E. Merrill.
- Resnik, David B. (1999). *The Ethics of Science An Introduction*. London: Routledge.
- Riding, R.; & Rayner, S. (1999). *Cognitive Styles and Learning Strategies*. London: David Fulton.
- Rubba, P.A.; & Andersen, O.H. (1978, October-December). Development of an Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge. *Science Education*. 62(4) : 449-458.
- Rubba, P.A.; & Harkness, W.L. (1993, July). Examination of Preservice and Inservice Secondary Science Teachers' Beliefs about Science Science-Technology-Society Interaction. *Science Education*. 77(4) : 407-431.
- Rubba, P.A. ; Horner, J.K.; & Smith, J.M. (1981, January). A Study of Two Misconceptions about the Nature of Science among Jounior High School Students. *SchoolScience and Mathematics*. 81(1) : 221-226.
- Sowell, Evelyn J. (1996). *Curriculum An Integrative Introduction*. New Jersey: Prentic-Hall.
- Saylor, J. Galen.; & Alexander, William M. (1974). *Planing Curriculum for Schools*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

- Sund, Robert B.; & rowbridge Leslie W. (1967). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School* . Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Taba, Hilda. (1962). *Curriculum Development*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Tamir, P. (1994, February). Israeli Students' Conceptions of Science and View about the Scientific Enterprise. *Research in Science and Technological Education*. 12(2) : 99-116.
- Tanner, Daniel.; & Tanner, Laurel N. (1980). *Curriculum Developmemt Theory into Practice*. 2 rd ed. New York: Macmillan Publishing.
- Tyler, Ralph W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society : Thedevelopment of Higher Psychological Processes*. Cambridge : Harvard University
- Ziman, John. (2005). *Opening Science to Ethics*. (Online). Aavailable: http://gocities.com/univ.midnight/new_page_8.htm. Retrieved March 16, 2005.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. รศ.ดร. ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ | ข้าราชการเกษียณอายุ |
| 2. ผศ.ดร. นิตยา สำเร็จผล | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ |
| 3. ดร. สมปรรณนา วงศ์บุญหนัก | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. ดร. อมรา เขียวรักษา | มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| 5. ดร. ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา | โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ ได้กรุณาพิจารณาประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตร พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะสำหรับองค์ประกอบที่ควรปรับปรุง

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตร

ตอนที่ 2 เป็นการประเมินความสอดคล้องภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร

ตอนที่ 3 เป็นข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุง แก้ไขหลักสูตร

ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่าน ที่กรุณาให้ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร

คำชี้แจง

ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรมีความเหมาะสมเพียงใด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความกรุณาให้ท่านเขียนแสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อเสนอแนะ สำหรับรายการที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 : มากที่สุด หมายความว่า รายการประเมินนั้น มีความเหมาะสมมากที่สุด หรือมีความสำคัญมากที่สุด
- 4 : มาก หมายความว่า รายการประเมินนั้น มีความเหมาะสมมาก หรือสมควรเป็นเช่นนั้น
- 3 : ปานกลาง หมายความว่า รายการประเมินนั้น มีความเหมาะสมปานกลาง หรือพอใช้ได้ อาจใช้เช่นนั้นได้
- 2 : น้อย หมายความว่า รายการประเมินนั้น มีความเหมาะสมไม่เพียงพอ หรือสมควรปรับปรุง
- 1 : น้อยที่สุด หมายความว่า รายการประเมินนั้น ไม่เหมาะสม หรือต้องได้รับการปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง
	5	4	3	2	1	
ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร						
1. มีความชัดเจน						
2. มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหา						
หลักการของหลักสูตร						
3. มีความชัดเจน						
4. มีความเหมาะสมกับที่มาและความสำคัญของหลักสูตร						
เป้าหมายของหลักสูตร						
5. มีความชัดเจน						
6. มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหา						
7. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง						
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร						
8. มีความชัดเจน						
9. ครอบคลุมเป้าหมายของหลักสูตร						
10. มีความเหมาะสมกับผู้เรียน						
มาตรฐานการเรียนรู้						
11. มีความชัดเจน						
12. ครอบคลุมจุดประสงค์ของหลักสูตร						
13. เหมาะสมกับวัยผู้เรียน						
14. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง						
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						
15. มีความชัดเจน						
16. เหมาะสมกับวัยของนักเรียน						
17. ครอบคลุมกับมาตรฐานการเรียนรู้						
18. มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติได้จริง						
หน่วยการเรียนรู้						
19. เหมาะสมกับผู้เรียน						
20. ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง
	5	4	3	2	1	
21. การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้						
22. การเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างต่อเนื่อง						
23. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้						
24. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้อาจจะปฏิบัติได้จริง						
25. การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาของหลักสูตร						
สื่อประกอบหลักสูตร						
26. ช่วยส่งเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						
27. เหมาะสมกับการนำไปใช้						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
28. เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้						
29. สะท้อนความรู้ ความสามารถ และคุณธรรม จริยธรรมตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						
30. มีความเป็นไปได้อาจจะปฏิบัติได้จริง						

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องภายในขององค์ประกอบของหลักสูตร

คำชี้แจง

ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันหรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน สำหรับข้อที่ยังไม่สอดคล้องขอความกรุณาให้ท่านเขียนแสดงความคิดเห็น หรือให้ข้อเสนอแนะ เพื่อการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

สอดคล้อง หมายความว่า องค์ประกอบตามรายการประเมิน มีความสอดคล้องกัน

ส่งเสริมกัน และมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

ไม่แน่ใจ หมายความว่า องค์ประกอบตามรายการประเมิน ไม่ชัดเจนพอที่จะบอกได้ว่า

มีความสอดคล้องกัน ส่งเสริมกันและมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

ไม่สอดคล้อง หมายความว่า องค์ประกอบตามรายการประเมิน ไม่สอดคล้องกัน

ไม่ส่งเสริมกัน และไม่มีเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

รายการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ เพื่อการปรับปรุง
1. ที่มาและความสำคัญกับหลักการของหลักสูตร				
2. ที่มาและความสำคัญกับเป้าหมายของหลักสูตร				
3. ที่มาและความสำคัญกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร				
4. หลักการกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร				
5. หลักการกับมาตรฐานการเรียนรู้				
6. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับมาตรฐานการเรียนรู้				
7. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับหน่วยการเรียนรู้				
8. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
9. มาตรฐานการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
10. หน่วยการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
11. หน่วยการเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับสื่อประกอบหลักสูตร				
13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล				
14. การวัดและประเมินผลกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตร

คำชี้แจง

ขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขร่างหลักสูตร
ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้ต่อไป

1. ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร

.....

.....

.....

2. หลักการของหลักสูตร

.....

.....

.....

3. เป้าหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

5. สาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

6. มาตรฐานการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

7. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

.....

.....

.....

.....

8. หน่วยการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

10. อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินหลักสูตรระหว่างการทดลองใช้

คำชี้แจง ขอให้ผู้ใช้หลักสูตร โปรดประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร ดังนี้

1. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นลงในช่อง ผลที่เกิดขึ้น
2. สรุปผลการใช้หลักสูตรโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ตามความหมาย ดังนี้

นำไปใช้ได้ หมายถึง หัวข้อที่ประเมินมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
โดยไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไข

ปรับปรุง หมายถึง มีประเด็นที่ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

ยกเลิก หมายถึง หลักสูตรไม่เหมาะสม ไม่มีคุณค่า ไม่มีประโยชน์
หรือมีปัญหา อุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ไขได้

หัวข้อประเมิน	ผลที่เกิดขึ้น	ผลการประเมิน			หมายเหตุ
		นำไปใช้ได้	ปรับปรุง	ยกเลิก	
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ					
2. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน					
3. ความเหมาะสมของสื่อการสอน					
4. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
5. บรรยากาศการเรียนรู้การสอน					
6. ปัญหาและอุปสรรค					

แบบประเมินตนเองหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนประเมินความรู้ ความสามารถของตนเองหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ตามความเป็นจริง

1. ด้านเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้						
2. กิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้น						
3. ฉันมีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้						

2. ด้านผลการเรียนรู้ (นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ในระดับใด)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับผลการเรียนรู้					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. เข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์						
2. เข้าใจข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์						
3. เข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
4. เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์						
5. เข้าใจความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับศาสตร์แขนงอื่นๆ						
6. แสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างมีเหตุผล						
7. เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น						
8. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์						

แบบประเมินตนเองหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนประเมินความรู้ ความสามารถของตนเองหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ตามความเป็นจริง

1. ด้านเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้นี้						
2. กิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้น						
3. ฉันมีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้นี้						

2. ด้านผลการเรียนรู้ (นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ในระดับใด)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับผลการเรียนรู้					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. เข้าใจมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงามที่ใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ วิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์						
2. ตระหนักถึงความสำคัญของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์						

แบบประเมินตนเองหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนประเมินความรู้ ความสามารถของตนเองหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
ตามความเป็นจริง

1. ด้านเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้						
2. กิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้น						
3. ฉันมีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้						

2. ด้านผลการเรียนรู้ (นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ในระดับใด)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับผลการเรียนรู้					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. เข้าใจความหมายของเทคโนโลยี						
2. เข้าใจสาเหตุที่ทำให้เกิดเทคโนโลยี						
3. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี						
4. ตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบ						

แบบประเมินตนเองหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เรือนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา

คำชี้แจง

ให้นักเรียนประเมินความรู้ ความสามารถของตนเองหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ตามความเป็นจริง

1. ด้านเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้						
2. กิจกรรมต่างๆในหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้ได้ชัดเจนขึ้น						
3. ฉันมีความพึงพอใจกับการเรียนหน่วยการเรียนรู้						

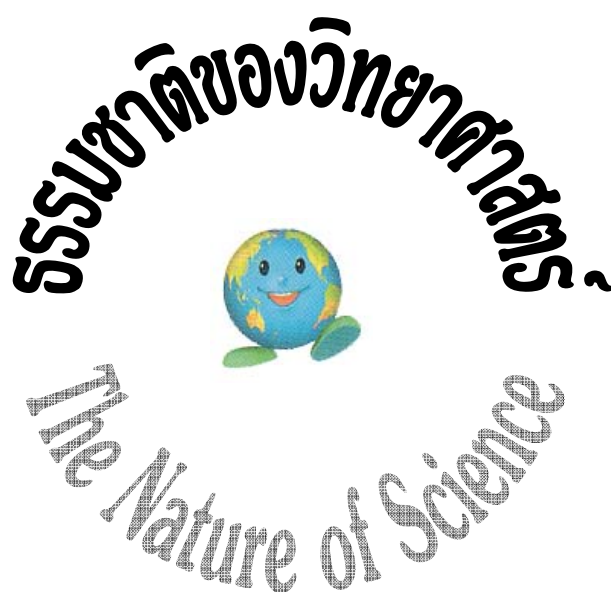
2. ด้านผลการเรียนรู้ (นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ในระดับใด)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับผลการเรียนรู้					หมายเหตุ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งลงไป ต่อสถานการณ์ บุคคล หรือสิ่งแวดล้อม						
2. สามารถใช้ข้อมูลที่พิสูจน์ได้ หลักการ และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการอภิปราย และ ตัดสินใจ สนับสนุน หรือคัดค้านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม						
3. เห็นคุณค่าของการรู้วิทยาศาสตร์						

ภาคผนวก ค

หลักสูตร

หลักสูตร



สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3

for The Third Grade Level Students

คำนำ

หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พัฒนาขึ้น เพื่อใช้สำหรับจัดประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน โดยเนื้อหาสาระของหลักสูตรในตอนต้น จะเป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพกว้าง ๆ ของวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว จึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจ คุณธรรม จริยธรรม ที่ได้เรียนมาไปใช้คิดและตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันหรือที่เป็นประเด็นถกเถียงของสังคม รวมทั้งเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนในสาระวิทยาศาสตร์อื่น ๆ มาเป็นสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการรู้วิทยาศาสตร์ และเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น

ในการจัดทำหลักสูตรฉบับนี้ ได้รับคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก รศ. สมจิต สวธนไพบุลย์ ดร.จินดา แต้มบรรจง รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ และบุคคลท่านอื่นๆ ซึ่งไม่ได้ระบุนามไว้ในที่นี้ ผู้พัฒนาหลักสูตรขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เสาวลักษณ์ โรมา

สารบัญ

	หน้า
ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร.....	278
หลักการของหลักสูตร.....	279
เป้าหมายของหลักสูตร.....	280
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร.....	280
มาตรฐานการเรียนรู้.....	280
สาระการเรียนรู้.....	281
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	281
โครงสร้างรายวิชา.....	282
หน่วยการเรียนรู้.....	283
กิจกรรมการเรียนรู้.....	284
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้.....	284
 บรรณานุกรม.....	 285

ที่มาและความสำคัญของหลักสูตร

วิทยาศาสตร์เป็นผลของความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจธรรมชาติ โดยการใช้กระบวนการคิดและการหาความรู้อย่างเป็นระบบ ผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จะสามารถใช้หลักการและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ และใช้ทักษะที่มีอยู่ก่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม การรู้จักใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดเป้าหมายไว้ว่า

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

และได้กำหนดมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่า เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว นักเรียนควรสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

แต่จากการศึกษาหนังสือเรียน และสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่ เน้นที่หลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของแต่ละสาระการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต อีกทั้งกิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เพียงพอ ส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นในการตัดสินใจของตนเอง หรือสนับสนุนการตัดสินใจของสังคม เกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต ไม่สามารถนำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างมีความรับผิดชอบ ขาดจิตที่คิดจะสืบค้น ขาดความสงสัย จะเชื่อสิ่งต่างๆ ได้ง่ายโดยปราศจากเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในทางตรงกันข้าม ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้องเพียงพอ ก็จะมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ ของข้อมูลหลักฐานที่ใช้อ้างอิง มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

จากปัญหาและเหตุผลข้างต้น ผู้พัฒนาหลักสูตรจึงได้พัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ขึ้น เพื่อใช้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการคิด การแก้ปัญหา การตัดสินใจ เรื่องราวหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม มีความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ มีเหตุผล รู้จักพิจารณา ไม่ด่วนตัดสินใจ โดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ พอใจที่จะแสวงหาความรู้โดยการค้นคว้า ทดลอง โดยไม่มีอคติหรือความรู้สึกส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง เคารพในความคิดและผลงานของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตร ยังจะช่วยสะท้อนให้เห็นภาพโดยรวมของวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม รวมถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการรู้วิทยาศาสตร์ และเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น

เป้าหมายของหลักสูตร

หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีเป้าหมายที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม สามารถใช้กระบวนการคิด และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ การ

แก้ปัญหา และการตัดสินใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสภาพแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม และส่งเสริมให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นหลักสูตรที่มุ่งให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ อันจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

หลักสูตรมีโครงสร้างยืดหยุ่น ทั้งด้านเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ครูสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของห้องเรียนและความสามารถของนักเรียน

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้

การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสภาพแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้

เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ในหลักสูตร นักเรียนควรมีความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา
3. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และข้อมูลที่พิสูจน์ได้ เป็นหลักในการคิด การตัดสินใจ
4. เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
5. มีจริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

เนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนรู้ที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มีดังนี้

สาระการเรียนรู้ส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย

- 1) ความหมายของวิทยาศาสตร์
- 2) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 4) จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

สาระการเรียนรู้ส่วนที่เป็นกระบวนการที่เมื่อนักเรียนปฏิบัติแล้วจะเกิดความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชา ได้แก่ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล กระบวนการคิดสร้างสรรค์ กระบวนการทำงานกลุ่ม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการนำเสนอ เป็นต้น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ในหลักสูตร นักเรียนควรมีความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์ได้
2. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้
3. อธิบายเหตุผลที่ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ได้
4. ระบุขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ได้
5. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

6. สามารถแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
7. แยกแยะสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์และสิ่งที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ออกจากกันได้
8. เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้และการสะสมความรู้อย่างต่อเนื่องกันมาหลายยุคหลายสมัย
9. เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการศึกษาค้นคว้าของมนุษย์ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า
10. อธิบายความหมายของเทคโนโลยีได้
11. บอกความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้
12. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้
13. อธิบายอิทธิพลและผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมทั้งในทางบวกและทางลบได้
14. ศึกษาหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และแหล่งความรู้ได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม
15. อธิบายความหมายของจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ได้
16. บอกได้ว่านักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติอย่างไรจึงไม่ละเมิดแนวปฏิบัติที่ดีงามของสังคม
17. อธิบายได้ว่านักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรจึงถือว่าเป็นผู้มีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
18. อธิบายถึงผลร้ายที่อาจเกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรมได้
19. ใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งข้อมูลที่พิสูจน์ได้ เป็นหลัก ในการคิดและการตัดสินใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีเหตุผลและมีจิตสำนึกด้านจริยธรรม

โครงสร้างรายวิชา

ชื่อรายวิชา : สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับชั้น : ช่วงชั้นที่ 3

จำนวนเวลา : 26 ชั่วโมง

คำอธิบายรายวิชา :

นักเรียนจะได้รับการพัฒนาให้มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนจะได้รับการฝึกให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้และการะบวน

การทางวิทยาศาสตร์กับการดำเนินชีวิต รวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ตามมาตรฐานต่อไปนี้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง อภิปราย สรุป นำเสนอกระบวนการศึกษา และข้อค้นพบ
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม
4. สืบค้นข้อมูล และอภิปราย เกี่ยวกับอิทธิพลและผลกระทบที่เกิดจากการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมทั้งในด้านบวกและด้านลบ
5. อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เหมาะสมในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์และนักเรียน รวมทั้งผลร้ายที่จะเกิดขึ้นถ้านักวิทยาศาสตร์ขาดจริยธรรม
6. นำความรู้ กระบวนการ และจริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิด และตัดสินใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสภาพแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้น ที่ 3 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เปิดประตูสู่โลกของวิทยาศาสตร์	10
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 : รู้จักกับวิทยาศาสตร์	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	8
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2.1 : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2.2 : จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน	2

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3.1 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3.2 : ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีมนุษย์และสภาพแวดล้อม	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เรียนวิทยาศาสตร์จากกรณีศึกษา	8
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4.1 : เรียนวิทยาศาสตร์จากการทดลอง	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4.2 : เรียนวิทยาศาสตร์จากในข่าว	4

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ นั้น ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน เริ่มต้นด้วย **กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้** เป็นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ หรือเพื่อปูพื้นฐานในเรื่องที่จะสอน จากนั้นจึงดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วย **กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้** เพื่อให้นักเรียน มีความรู้ ความสามารถเพียงพอ ที่จะทำกิจกรรมสุดท้าย คือ **กิจกรรมรวบยอด** ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จะเป็นเครื่อง พิสูจน์ว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 จะทำควบคู่ไปกับการเรียนการสอน โดยเน้นการวัดผลเพื่อประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินความสามารถในการระลึกถึง อธิบายความ แปลความ ตีความ ขยายความ ลงข้อสรุป เกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ คุณค่า และข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
2. ด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินความสามารถในการกระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ อุปกรณ์ แหล่งความรู้ ที่ถูกต้องเหมาะสม

3. ด้านการคิดและการตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินความสามารถในการคิดใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และตกลงใจที่จะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามหลักเหตุผล ข้อมูล และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินความสามารถในการพูด การเขียน หรือการปฏิบัติ เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงมาตรฐานของความประพฤติที่ถูกต้อง ดีงาม ที่ใช้เป็นหลักปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์

วิธีการที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่

- การทดสอบ
- การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
- การตรวจผลงานนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่

- แบบทดสอบ
- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
- แบบประเมินภาคปฏิบัติ

การวัดและประเมินแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จะกระทำควบคู่ไปกับการเรียนการสอน ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. **ก่อนเรียน** เป็นการวัดและประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเรียนหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2. **ระหว่างเรียน** เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การตรวจงาน และการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอนของครูให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน และเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ปรากฏเป็นสิ่งที่ประจักษ์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3. **หลังเรียน** วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนจบหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพของการจัดการเรียนการสอน และวินิจฉัยผลการเรียนของนักเรียน

เกณฑ์การผ่านหลักสูตร

1. มีเวลาเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนตลอดหลักสูตร
2. มีผลการเรียนเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ต่ำกว่า 2 กรณีที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยด้านใดต่ำกว่า 2 ให้ทำกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ เพิ่มเติม จนได้รับผลการประเมินไม่ต่ำกว่า 2

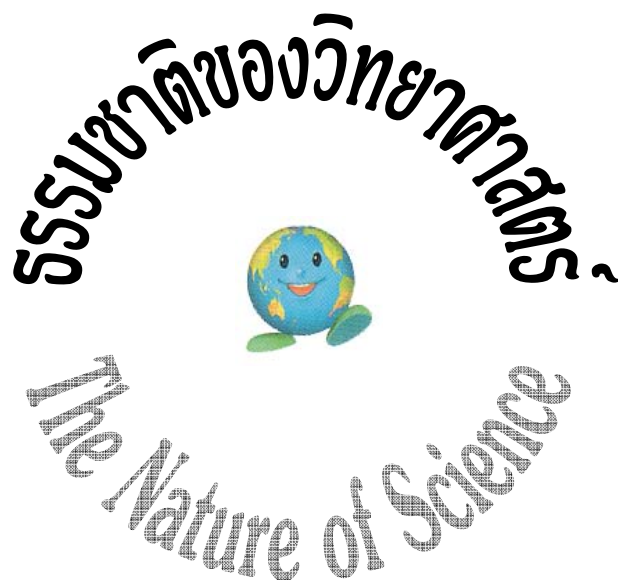
บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- . (2544ข). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. ธงชัย ชิวปรีชา. (2537). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 13-15. 20-27. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ภพ เลหาไพบุลย์. *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางดพรัว.
- . (2546ก). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- . (2546ข). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลปู้คส์ เซนเตอร์.
- AAAS. (1970). *Science A Process Approach*. New York : Comantary for teacher.
- Resnik, David B. (1999). *The Ethics of Science An Introduction*. London: Routledge.
- Ziman, John. (2005). *Opening Science to Ethics*. (Online). Available: http://gocities.com/univ.midnight/new_page_8.htm. Retrieved March 16, 2005.

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม



สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3



ผู้เรียน		
ชั้น	ชื่อ	เลขที่

คุยกัน ก่อนเรียน



คนเราไม่อาจทำอะไรถูกต้องได้

นอกจากจะรู้เสียก่อนว่า ความถูกต้อง คือ อะไร

(Socrates นักปราชญ์ ชาวกรีก กล่าวไว้ เมื่อ 399-470 ปี ก่อนคริสตกาล)

การเรียนวิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน ก่อนที่จะศึกษาลึกซึ่งเข้าไปในเนื้อหาความรู้
วิทยาศาสตร์

เราควรจะทำความเข้าใจเสียก่อนว่า วิทยาศาสตร์ คืออะไร ? มีขอบเขตแค่ไหน ?

นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการศึกษาหาความรู้อย่างไร ?

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้แบบอื่น ๆ อย่างไร?

คำตอบของคำถามข้างต้น คือลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคุณค่า
และข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ โดยรวม
หรือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นั่นเอง

การศึกษาให้เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีทักษะทางปัญญา
ที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ของข้อมูลและหลักฐานอ้างอิงต่าง ๆ
มีความสามารถในการคิดและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์
สามารถนำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและสังคม
ได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างมีความรับผิดชอบ

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
พัฒนาขึ้น เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญ คุณค่า และข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้
เป็นหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ โดยอธิบายถึงความคิด ความเชื่อ
ลักษณะเฉพาะ และข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่า ความคิด
ความเชื่อเหล่านั้น ช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์อย่างไร และเราจะนำความเข้าใจในเรื่องเหล่านั้นมา
ใช้อย่างไร

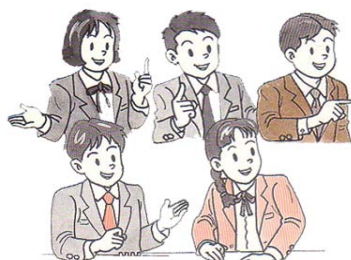
การนำเสนอเนื้อหาสาระ แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะอธิบายอย่างสั้น ๆ และตรงไปตรงมา
มากที่สุด โดยมีการ์ตูน ที่สมมติให้เป็น

▼ เพื่อนๆ ของนักเรียน ▼



จะร่วมสนทนา ทบทวนความรู้
ตั้งประเด็นคำถาม และทำ
กิจกรรมร่วมกับนักเรียน

▼ คุณครู ▼



เป็นผู้อธิบายวิธีทำกิจกรรม
สิ่งที่ควรสังเกตและข้อควรระวัง
ในการทำกิจกรรมต่างๆ
ของนักเรียน

▼ ท่านศาสตราจารย์ ▼



เป็นนักวิทยาศาสตร์
ที่คอยให้คำแนะนำ
ไขข้อข้องใจของนักเรียน
และนักวิทยาศาสตร์น้อย

▼ นักวิทยาศาสตร์น้อย ▼



เด็กที่มีความอยากรู้อยากเห็น
และอยากเป็นนักวิทยาศาสตร์
จึงคอยติดตามท่านศาสตราจารย์
และนักเรียน ไปทุกหนทุกแห่ง
ถามทุกคำถามที่ตนเองสงสัย

หลายครั้งที่นักวิทยาศาสตร์น้อยคิดและทำสิ่งที่ผิดพลาด เนื่องจากรู้เท่าไม่ถึงการณ์
และความไม่เข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง..... จึงเป็นหน้าที่ของท่านศาสตราจารย์และ
นักเรียน ที่จะต้องอธิบายให้นักวิทยาศาสตร์น้อยเข้าใจให้ถูกต้อง.....

ขอให้นักเรียนนำ ความรู้ ความคิด ความสามารถ รวมทั้งคุณธรรม จริยธรรมที่มีอยู่
ออกมาใช้อย่างสร้างสรรค์ เพื่อเปิดโอกาสให้ ครู และเพื่อน ๆ ได้เรียนรู้สิ่งดี ๆ จากนักเรียน
ในขณะเดียวกันก็ขอให้นักเรียนเปิดใจกว้างและเรียนรู้สิ่งดี ๆ จากครูและเพื่อน ๆ เพื่อเราทุก
คนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปด้วยกัน





คุยกันก่อนเรียน ----- i



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เปิดประตูสู่..... โลกของวิทยาศาสตร์

1.1 รู้จักกับวิทยาศาสตร์	3
>> วิทยาศาสตร์ คืออะไร ?	5
>> ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์	10
1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	16
>> ประเภทและลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	19
>> วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	35
>> ลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	55
>> ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์	58
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	68
แบบประเมินตนเองหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1	70
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1	71

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์	75
2.2 จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน.....	88
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	92
แบบประเมินตนเองหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2	93
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2	94

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อม

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี.....	97
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี มนุษย์ และ สภาพแวดล้อม.....	104
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	110
แบบประเมินตนเองหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3	111
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 3	112

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรียนวิทยาศาสตร์
จากกรณีศึกษา

4.1 เรียนวิทยาศาสตร์จากการทดลอง	115
4.2 เติมวิทยาศาสตร์ลงในข่าว	125
แบบประเมินตนเองหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4	136
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4.....	137

ไปรู้จักกับ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้วยกันเลยครับ



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1



เปิดประตูสู่ โลกของวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมาย
ให้นักเรียนมีความรู้เบื้องต้น
เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



ในหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

- ☞ ความหมายของวิทยาศาสตร์
- ☞ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
- ☞ วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ☞ ประเภทและลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ☞ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์



เมื่อผ่านการเรียนในหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนควรมีความรู้ ความสามารถ
คุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ☞ สามารถอธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถอธิบายเหตุผลที่ต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถอธิบายขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- ☞ สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- ☞ อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการ
แสวงหาความรู้และการสะสมความรู้ต่อเนื่องกันมาหลายยุคหลายสมัย
- ☞ อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการศึกษาค้นคว้า
ของมนุษย์ ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้
ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่า

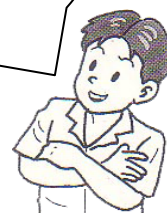
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1

รู้จักกับวิทยาศาสตร์

เมื่อพูดถึง วิทยาศาสตร์
นักเรียนคิดถึงอะไรกันบ้างครับ ?



ผมคิดถึงชายแก่ผมเฝ้าอยู่
เหยิงในชุดปฏิบัติการสีขาว



หนูคิดถึง
สูตรเคมียากๆ ค่ะ



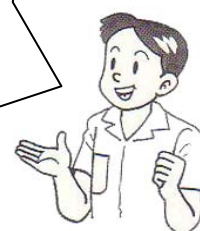
ผมคิดถึง.....

การทดลองที่ลึกลับ



ซับซ้อน

และคิดว่าจริงๆ แล้วเขากำลัง
ทำอะไรอยู่กันแน่นะ ?



เพื่อนๆ ล่ะคะ คิดถึงอะไรบ้าง....
เราแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
โดยขอให้เพื่อนๆ
เขียนลงในบันทึกก่อนเรียน ค่ะ



**บันทึก
ก่อนเรียน**



เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม

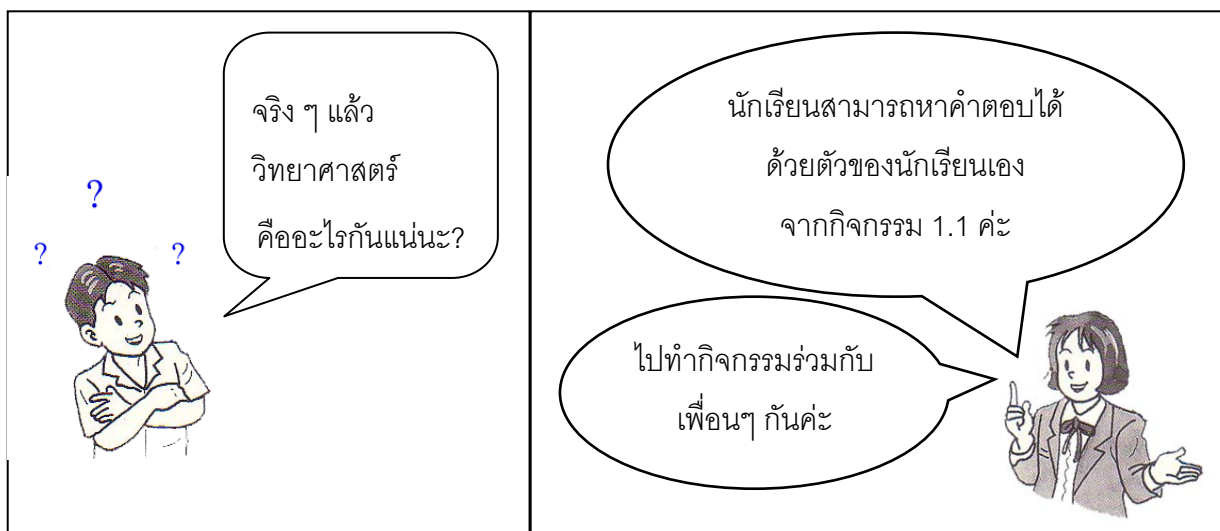
10 นาที

?

เมื่อพูดถึง “วิทยาศาสตร์” นักเรียนคิดถึงอะไร ?

[illegible]

วิทยาศาสตร์ คือ อะไร ?



เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม
30 นาที

1. ให้นักเรียนจับกลุ่มกัน กลุ่มละ 3-5 คน
2. พิจารณาภาพ 1.1-1.5 แล้วร่วมกันอภิปรายว่าเป็นภาพเกี่ยวกับอะไร ?
ภาพเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรือไม่ ถ้าเกี่ยวข้อง เกี่ยวข้องอย่างไร ?
ถ้าไม่เกี่ยวข้อง ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าภาพนั้นไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. บันทึกผลการอภิปราย และสรุปความคิดเห็นของกลุ่มลงในบันทึกผลการเรียนรู้
4. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกไปนำเสนอความคิดเห็นของกลุ่มเกี่ยวกับภาพแต่ละภาพ
5. ร่วมกันสรุป(ทั้งห้องเรียน)ว่าภาพเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไร ?
6. ร่วมกันสรุป(ทั้งห้องเรียน)ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร ?
7. ให้นักเรียนสืบค้นความหมายของวิทยาศาสตร์จากแหล่งความรู้ต่างๆ และบันทึกลงในบันทึกผลการสืบค้น
8. สรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ ด้วยคำพูดของนักเรียนเอง

*** ข้อ 7 และ 8 ให้ทำเป็นการบ้าน ***



สมาชิกกลุ่ม	
ชื่อ	ชั้น
.....	
.....	
.....	
.....	

ผลการอภิปรายกลุ่มย่อย

(เป็นภาพเกี่ยวกับอะไร ? เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไร ?)



.....

.....

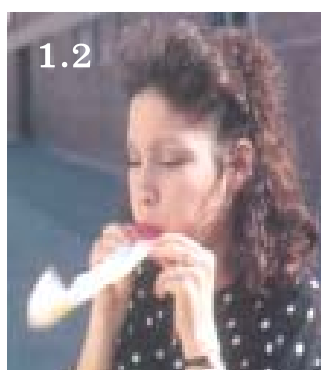
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

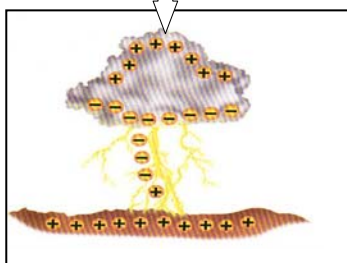
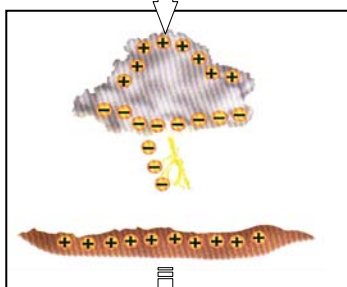
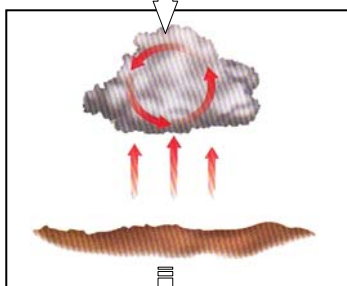
.....

.....

.....

.....

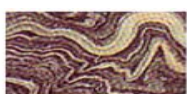
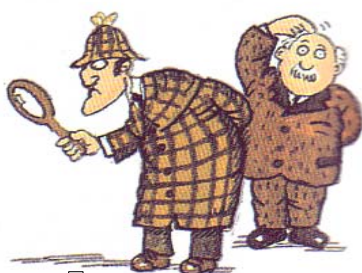
1.3



1.4



1.5



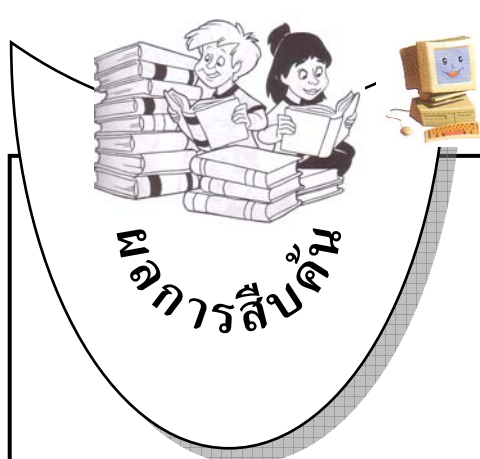
มันแข็งและมีแถบพาด
ตลอดทั้งก้อน

ผมว่ามันต้องได้รับ
ความร้อน น้บ 1,000 °C
และถูกบีบอัดด้วยแรง
มหาศาล



ผลการอภิปรายกลุ่มใหญ่

(..... วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับ.....)



.....ความหมายของวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุป (ความคิดของนักเรียนเอง)

วิทยาศาสตร์ คือ



.....

.....

.....

.....

.....



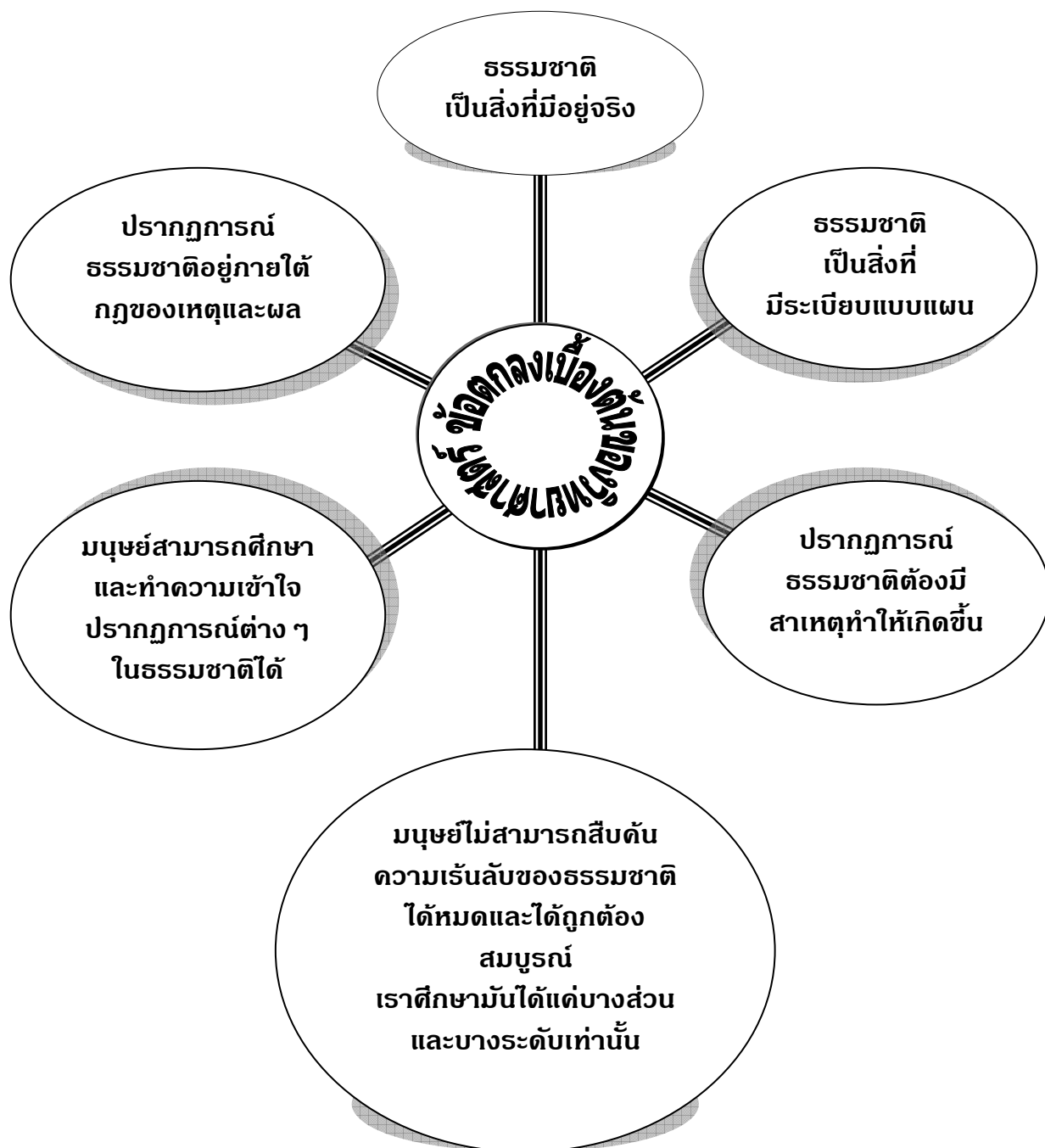
ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์

การเริ่มต้นค้นคว้าหาความรู้ใน
ศาสตร์แขนงต่าง ๆ มักจะเริ่มต้นจาก
สิ่งที่เห็นจริงแล้วโดยไม่ต้องพิสูจน์อีก
การค้นคว้าหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน.....

....สิ่งที่เห็นจริงแล้วโดยไม่ต้องพิสูจน์ใน
วิทยาศาสตร์ เรียกว่า
ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์
ซึ่งถือเป็นหลักความจริงพื้นฐาน
ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง
มีความสมเหตุสมผลในตัวของมันเอง
ไม่ต้องพิสูจน์และอ้างอิงจากอะไรอีก
สามารถใช้เป็นรากฐานของโครงสร้าง
วิทยาศาสตร์ต่อไปได้เลย

ข้อตกลงเบื้องต้น
ของวิทยาศาสตร์
มีอะไรบ้างคะ?
ท่านศาสตราจารย์







ธรรมชาติเป็นสิ่งที่มียู่จริง หมายความว่า ปรากฏการณ์ทั้งหลายในธรรมชาติเป็นสิ่งที่มียู่อย่างแท้จริงและเกิดขึ้นเองจากอำนาจของธรรมชาติ ไม่มีอำนาจอื่นใดมาบันดาลให้เกิดขึ้น และความจริงทั้งหลายในธรรมชาตินั้นเป็นสิ่งที่มียู่แล้วโดยตัวของมันเองไม่ผู้ใดสร้างขึ้น



การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์นั้น
เป็นการกระทำเพื่อแสวงหาความจริง
ที่มีอยู่ในธรรมชาติ

หรืออาจค้นพบ
ความจริงที่แท้
หรือไม่แท้ก็ได้

ซึ่งอาจค้นพบ
หรือไม่พบก็ได้



ธรรมชาติเป็นสิ่งที่มียู่ระเบียบแบบแผน หมายความว่า การเป็นอยู่และดำเนินไปของธรรมชาติมีระบบระเบียบ หรือมีกลไกการทำงานที่ต่อเนื่องกันแน่นอน เช่น การโคจรของดวงดาวต่างๆ รอบดวงอาทิตย์ การเกิดกลางวันกลางคืน ฯลฯ



ปรากฏการณ์ธรรมชาติอยู่ภายใต้กฎของเหตุและผล หมายความว่า ปรากฏการณ์ธรรมชาติหนึ่งๆ จะเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นไม่ว่าจะเป็น วันใด เวลาใด หรือสถานที่ใด ถ้าอยู่ภายใต้สภาวะอย่างนั้นแล้ว เหตุการณ์นั้นจะต้องเกิดขึ้น เราจึงสามารถค้นหากฎเกณฑ์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่เป็นเหตุกับส่วนที่เป็นผล ได้

การทดลองทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถทำซ้ำได้ โดยได้ผลเหมือนเดิม ไม่ว่าผู้ทดลองจะเป็นคนเดิมหรือเปลี่ยนคนก็ตาม

หลักความจริงข้อนี้ ทำให้
นักวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่น
ในผลของการค้นพบ ว่ามันจะ
คงเส้นคงวาเหมือนเดิม
โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทดสอบ
กับทุก ๆ กรณีไป





ปรากฏการณ์ธรรมชาติต้องมีสาเหตุทำให้เกิดขึ้น หรือ
มีความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ระหว่างปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

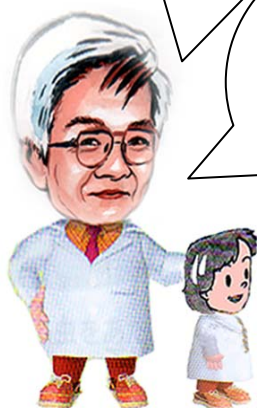
หมายความว่า ปรากฏการณ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เมื่อมีสิ่งหนึ่งเกิดขึ้น
ก็จะส่งผลกระทบให้สิ่งอื่นๆ เกิดตามมา ไม่มีอะไรเกิดขึ้นโดยบังเอิญ หรือเกิดขึ้น
โดยปราศจากสาเหตุที่แน่นอน



มนุษย์สามารถศึกษาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติได้
แต่ ไม่สามารถสืบค้นความเร้นลับของธรรมชาติได้หมดและได้ถูกต้องสมบูรณ์
เราศึกษามันได้แค่บางส่วนและบางระดับเท่านั้น

นักวิทยาศาสตร์จึงไม่พอใจ
อยู่แค่เพียงผลที่ค้นพบเท่านั้น
แต่จะศึกษาค้นคว้าอยู่ตลอดเวลา
เพื่อพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์
ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น และขยาย
ขอบเขตของความรู้วิทยาศาสตร์
ให้กว้างขวางออกไปอีก

ถ้าอยากเป็น
นักวิทยาศาสตร์
ก็ต้องขยันนะ รู้มั๊ย



อ้าว....แล้วนั้น
จะไปไหน ?....

ไปศึกษา
ค้นคว้าค่ะ

หนูจะเป็น
นักวิทยาศาสตร์
ที่ดีค่ะ



2. ถ้าไม่มีข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ นักเรียนคิดว่าจะเกิดความยุ่งยากอะไรบ้าง
ในวงการวิทยาศาสตร์ ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวเสาวลักษณ์ โรมา
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 8 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2509
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	179/6 ถนนตากสินมหาราช ตำบลท่าประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่
พ.ศ. 2531	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษาด้านจิต (กศ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์-เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา
พ.ศ. 2545	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอ.ม.) สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2551	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.) สาขาการศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ