

A collection of laboratory glassware including Erlenmeyer flasks, a round-bottom flask, and a graduated cylinder, each containing a different colored liquid (yellow, orange, red, green). The glassware is arranged on a reflective surface.

รายงานการวิจัย

การพัฒนา หลักสูตรวิทยาศาสตร์

ตามสาระการเรียนรู้ ระดับชั้นที่ 4

ได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัย
"การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์"
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รองศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบุลย์
ดร. ดำเนิน ยาทัม
และคณะ

คำนำ

สืบเนื่องจากศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้มีแผนงานพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในลักษณะเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่อง ปีงบประมาณ 2545 – 2549 ประกอบด้วยชุดโครงการวิจัยดังนี้

ชุดโครงการวิจัยย่อย 1 การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์

ชุดโครงการวิจัยย่อย 2 การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ชุดโครงการวิจัยย่อย 3 การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สำหรับชุดโครงการวิจัยย่อย 1 การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยโครงการวิจัย 2 โครงการ ได้แก่

1. โครงการวิจัย : การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับสถานศึกษา

2. โครงการวิจัย : การพัฒนาวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ

สำหรับโครงการวิจัยการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับสถานศึกษาได้จำแนกเป็น 3 โครงการวิจัยย่อย ในปี พ.ศ. 2546 -2549 ดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามช่วงชั้น

2. การพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการจัดหลักสูตร

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีองค์ประกอบของหลักสูตร ดังนี้

1. ความสำคัญ

2. หลักการของหลักสูตร

3. เป้าหมายของหลักสูตร

4. จุดประสงค์ของหลักสูตร

5. สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

6. โครงสร้างของหลักสูตร

7. คำอธิบายรายวิชา

8. หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้

จากการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตร จัดทำหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) ตามสาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 สาระที่ 6-7 และได้ทราบผลของการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่มีต่อผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) และประสิทธิผลของหลักสูตร

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงหวังว่าการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับสถานศึกษาทั้ง 3 โครงการวิจัยย่อยดังกล่าวคงจะเกิดประโยชน์ต่ออนิสิต ครู คณาจารย์ บุคลากรทางการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้สนใจ เพื่อนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการขยายผลการวิจัย อันจะก่อให้เกิดเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานให้สามารถพัฒนาหลักสูตรที่ส่งผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างทันสมัยและหรือนำสมัยต่อไป

รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์
หัวหน้าโครงการ
กันยายน 2550

การพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยพัฒนา มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรและประสิทธิผลของหลักสูตร มีขั้นตอนดำเนินการ คือ ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตร สร้างหลักสูตร หาประสิทธิภาพ ทดลองใช้ และปรับปรุงหลักสูตร โดยทดลองใช้กับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-ม. 6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 โรงเรียนๆ ละ 6 ห้องเรียน รวม 12 ห้องเรียน รวมนักเรียน 480 คน โดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้ปัญหา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนปัญหา (กลุ่มควบคุม)ตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงให้ได้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่สมบูรณ์

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ประสิทธิภาพของหลักสูตรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 / 75
2. ผลของการทดลองใช้หลักสูตร
 - 2.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 - 2.2 การคิดระดับสูงของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีดังนี้
 - 3.1 ขนาดอิทธิพลของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 - 3.2 ขนาดอิทธิพลผลการคิดระดับสูงของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Subjective Science Curriculum Development in level 4

Abstract

The purposes of this research and development were to develop level 4 science curriculum subjectivity, investigate the results of the curriculum and curricular efficiency after using. There were 5 steps of procedure. First, study the basic information. Then, construct the curriculum. Next, find out the curriculum efficiency. After that, try out with 480 level 4 students in the same education area in Bangkok in academic year 2006 in semesters 1 and 2. The experimental group took Learning Cycle with metacognitive reflection and awareness. And the controlled group took Learning Cycle with metacognitive reflection. Both groups took the 1-2, 4-5 and 6-7 subjectives. Finally, take the results to improve to get a perfect science curriculum for level 4.

The results were :

1. The curriculum efficiency was not lower than 75/75.

2. The results of the curriculum after using were :

2.1 The science achievement scores of the experimental group were higher than of the controlled group significantly at the level of .05.

2.2 The higher-order thinking of the experimental were higher than of the controlled group significantly at the level of .05.

3. The efficiency of the curriculum was as the following :

3.1 Effect size of science achievement scores of the experimental group was higher than of the controlled group significantly at the level of .05.

3.1 Effect size of the higher-order thinking of the experimental group was higher than of the controlled group significantly at the level of .05.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ฉบับนี้สำเร็จได้โดยการสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ได้ผลงานที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ขอขอบคุณคณะครูที่ให้ความร่วมมือดำเนินการวิจัยภาคสนาม และเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ตามโครงการวิจัยฯ ทำให้ได้ทราบผลการพัฒนาหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ต่อไป

ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการจัดการด้านโครงการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นโครงการที่จะก่อให้เกิดความเคลื่อนไหวทางการค้นคว้า และพัฒนางานทางวิทยาศาสตร์ศึกษาต่อไป

การดำเนินงานครั้งนี้ได้ผลงานเป็นที่พอใจของคณะผู้วิจัยซึ่งเป็นการดำเนินงานที่ได้ร่วมใจกัน จึงขอขอบคุณคณะที่มิวิจัยไว้ ณ โอกาสนี้เป็นอย่างยิ่ง

สมจิต สวธนไพบุลย์

หัวหน้าโครงการ

กันยายน 2550

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	14
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระ การเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4.....	15
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูม.....	26
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอภิปัญญา (Metacognition)	30
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สำหรับร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	64
ขั้นที่ 2 สร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	64
ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการ เรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สำหรับร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	74
ขั้นที่ 2 สร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	78

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการ เรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	80
--	----

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	86
สมมติฐานของการวิจัย.....	86
วิธีดำเนินการ.....	87
สรุปผลการวิจัย.....	88
อภิปรายผล	92
ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก.....	102
ประวัติผู้วิจัย	139

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสารที่ 6-7.....	5
2 แบบแผนการวิจัย.....	65
3 ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) ของหลักสูตรกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4.....	78
4 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4	79
5 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)และความแปรปรวน(S^2) ผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	80
6 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)และความแปรปรวน(S^2) การคิดระดับสูงของ นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตาม สาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	81
7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้น ที่ 4 (ม.4-ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการ เรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	82
8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	83
9 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วง ชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	84
10 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	85
11 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) จำแนกตามสาระ	104
12 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และตระหนักรู้ปัญญา (กลุ่มทดลอง) จำแนกตามสาระ.....	105

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
13	คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-ม. 6) โรงเรียนที่ 1 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	107
14	คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 2 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	109
15	คะแนนการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 1 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	111
16	คะแนนการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 2 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	113

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4	13
2 กระบวนการควบคุมการรู้คิด (Metacognition).....	31
3 อภิปัญญาตามแนวคิดวิทยาพัฒนาการ.....	32
4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4.....	63
5 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา.....	74
6 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา.....	75
7 การร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4	77

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ได้กำหนดทิศทางการจัดการเรียนรู้สรุปรสาระสำคัญได้ว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ต้องเน้นทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิด และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้คิดเป็น ทำเป็น และมีความใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. 2545 : 24-31) จากผลการประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GAT) ระดับประเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ มีค่า 24.41(คะแนนเต็ม 50 คะแนน) ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (สำนักทดสอบทางการศึกษา. สพฐ. 2547 : 9)

จากรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ในทุกระดับการศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ยังขาดความเชื่อมโยงกัน ขาดการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง การปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผลเต็มที่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 27-34) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 3) เน้นว่าสิ่งที่จำเป็นต้องพัฒนานักเรียนคือการคิดระดับสูงซึ่งประกอบด้วย ความคิดวิเคราะห์ ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างเป็นเหตุผล และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งปัญหาด้านคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับกันแพร่หลายในนานาประเทศ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจคือวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) โดยคาร์พลัส (Karplus. 1977 : 169) พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่านักเรียนมีประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว เมื่อได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจและความคิด แล้วปรับให้เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิม ถ้าประสบการณ์ใดไม่สามารถปรับเข้ากับประสบการณ์เดิมได้ก็จะสร้างโครงสร้างเก็บความรู้ใหม่จนเกิดความสุข ถ้าขาดความสุขนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมสงสัยต้องการเรียนรู้ กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนแตกต่างกันไปตามสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมของบุคคล และพัฒนาการด้านความคิด

(Piaget:119-134) และทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) อธิบายว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความหมายจากประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นักเรียนจะได้รับและเข้าถึงประสบการณ์ ความรู้ ความเชื่อด้วยตนเอง นักเรียนได้สะท้อนความคิดและไตร่ตรอง และผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง (Walker and Lambert. 1995 : 17-19) ต่อมากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้น คือขั้นการสร้างความสนใจ นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นสังเกตแล้วตั้งปัญหาเอง เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจและต้องการเรียนรู้ ขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนได้สำรวจและค้นหาประสบการณ์เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นการขยายความรู้ นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และขั้นการประเมินผล นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับมาอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง (Barman and Kotar. 1989 : 30-32) มีงานวิจัยที่แสดงว่าวัฏจักรการเรียนรู้ส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (วิชาญ เลิศลพ. 2543 : 113) ส่งผลดีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เปรมจิตร บุญสาย. 2541 : 369) ส่งผลดีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Billing. 2001 : 89A) และส่งผลดีต่อการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Meichtry. 1991 : 211A)

ในการจัดการเรียนรู้หากใช้กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการคิดมาสอดแทรกในวัฏจักรการเรียนรู้จะช่วยให้การจัดเรียนการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Billing. 2001 : 89A) กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการคิดอย่างหนึ่งที่น่าสนใจคืออภิปัญญา (Metacognition) ซึ่ง ฟลาวเวล (Flavell. 1979 : 906-911) พัฒนาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีสรคณิยม อภิปัญญา หมายถึงการตระหนักรู้ในความรู้ความคิดและความสามารถของตนเอง รวมทั้งความสามารถในการควบคุมและประเมินการรู้คิดของตนเอง อภิปัญญาประกอบด้วยประสบการณ์ด้านการวางแผน ด้านการกำกับติดตาม และด้านการประเมินผล ความรู้อภิปัญญาประกอบด้วยความรู้ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี ซึ่ง โฟการ์ตี (Fogarty. 1994 : 3) ได้พัฒนาประสบการณ์อภิปัญญาสำหรับฝึกนักเรียน แล้วจะส่งผลให้นักเรียนรู้จักตนเองรู้จักงานที่ทำ และรู้กลวิธีที่จะทำให้งานสำเร็จ นั่นคือสามารถประเมินตนเอง ประเมินงานที่ทำ และประเมินกลวิธีที่ใช้ หรือกล่าวได้ว่ามีความสามารถในการควบคุมและประเมินการรู้คิดของตนเอง ผู้ที่มีความสามารถในการประเมินการรู้คิดสูงย่อมนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมหรือแก้ปัญหาได้มากกว่า เร็วกว่า แม่นยำกว่า และประสิทธิภาพของงานดีกว่า มีงานวิจัยต่างประเทศจำนวน มากยืนยันว่า อภิปัญญาช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยช่วยส่งเสริมความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับ

งานวิจัยของณัฐจิ เจริญเกียรติบรร (2539 : 57) พบว่าอภิปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการศึกษาของดำเนิน ยาท่วม.(2548 :114) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองสูงที่สุด รองลงมา คือ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ตามลำดับ จากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเอง ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาด้วยขนาดอิทธิพล .20, .30 และ .32 ตามลำดับ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ ด้วยขนาดอิทธิพล .73, .66 และ .88 ตามลำดับ สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และตระหนักรู้อภิปัญญา มีความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองสูงกว่าฝึกอภิปัญญา ดังนั้น การนำประสบการณ์อภิปัญญามาใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงต้องมีการฝึกให้ตระหนักรู้อภิปัญญาด้วย

จากความสำคัญของการพัฒนาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวและข้อค้นพบทางการวิจัยเกี่ยวกับอภิปัญญา คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะมุ่งศึกษาการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่มีแนวคิดส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ (Construct) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญา
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้หลักสูตรที่พัฒนา ได้แก่
 - 2.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง)
 - 2.2 เปรียบเทียบการคิดระดับสูงที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง)
3. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ด้านผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูง

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ตัวอย่างการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญาสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)
2. ได้ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน อภิปัญญา(กลุ่มควบคุม) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญา(กลุ่มทดลอง) สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)
3. ได้ทราบผลของการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่มีต่อผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) และประสิทธิผลของหลักสูตร

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากร เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน

2 โรงเรียน² ละ 6 ห้องเรียน รวมจำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 480 คนได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แล้วสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตาราง 1

ตาราง 1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7

โรงเรียน	สาระที่ 1-2		สาระที่ 4-5		สาระที่ 6-7		รวมจำนวนนักเรียน(คน)
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	
1	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	240
2	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.4 (40 คน)	ม.5 (40 คน)	ม.5 (40 คน)	240

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักภูมิปัญญา

กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนภูมิปัญญา

ระยะเวลา ที่ใช้ทดลองภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ 2 แบบ ได้แก่

1.1 แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนภูมิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

1.2 แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักภูมิปัญญา

(กลุ่มทดลอง)

2. ตัวแปรตาม คือ ผลการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนก 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านประสิทธิภาพของหลักสูตร

2.2 ด้านผลของการใช้หลักสูตร

2.2 ด้านประสิทธิผลของหลักสูตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 หมายถึง การดำเนินการจัดทำแผนประสบการณ์หรือแนวทางในการจัดประมวลองค์ความรู้ ทั้งทางด้านตัวความรู้ ทักษะ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยพัฒนาหลักสูตรด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) และแบบที่ 2 จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญญา (กลุ่มทดลอง)

อภิปัญญา หมายถึง ความตระหนักรู้และความเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้

การสะท้อนอภิปัญญา หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสื่อ โดยการพูด การเขียน การแสดงออก อย่างไม่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการพูด หรือการเขียน ที่แสดงถึงความรู้อย่างชัดเจนด้านกลวิธี ประโยชน์และความสำคัญของการที่นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสื่อ เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้และความเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้ ซึ่งมี 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการวางแผน หมายถึง การที่นักเรียนพูดหรือเขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ ได้แก่

1.1 นำทางด้วยความคิด หมายถึง การที่ครูนำประโยคที่เป็นคำถามมากระตุ้นให้ นักเรียนตอบสนองด้วยการสืบค้น พูด เขียน หรือออกแบบ

1.2 คำถามระดับสูง หมายถึง การให้นักเรียนตั้งคำถามที่กระตุ้นการคิด ซึ่งเป็นคำถามแบบกว้าง เพื่อนำทางไปสู่การคิดระดับสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

1.3 กำหนดเป้าหมาย หมายถึง การที่นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

1.4 บันทึกความรู้ หมายถึง การที่นักเรียนเขียนบันทึกว่ารู้อะไร ต้องการรู้อะไร ก่อนเรียน และได้รู้อะไรหลังเรียน

2. ด้านการกำกับติดตาม หมายถึง การที่นักเรียนได้พูด หรือเขียน หรือแสดงออกตามความคิดของตนเองขณะเรียนรู้ ได้แก่

2.1 คิดออกเสียง หมายถึง การที่นักเรียนพูดตามที่ตนเองคิดและหรือบันทึกไว้ เช่น ทำอะไร ทำไม่จึงทำ ทำอย่างไร และปรับปรุงอย่างไร

2.2 พุดสื่อสารสองทาง หมายถึง การที่นักเรียนพุดแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และการวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

2.3 พุดถ่ายทอด หมายถึง การที่นักเรียนพุดอธิบายความคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้เป้าหมายของการเรียนรู้และการใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้

3. ด้านการประเมินผล หมายถึง การที่นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ของตนเอง ได้แก่

3.1 ประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง การที่นักเรียนพุดหรือบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ เป็นลบและ น่าสนใจ ของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้

3.2 คำถามประเมินผล หมายถึง การที่นักเรียนตั้งคำถามตนเองในสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วโดยเน้นที่คำถามการประเมินผลระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

9.3.3 เชื่อมโยงความคิดหลัก หมายถึง การที่นักเรียนประเมินการเชื่อมโยงความคิดหลักที่มีอยู่เดิมกับความคิดหลักที่เกิดขึ้นใหม่

3.4 สร้างความคิดหลัก หมายถึง การที่นักเรียนประเมินการสร้างความคิดหลักด้วยตนเองจากการอภิปราย สร้างหลักการ วิพากษ์วิจารณ์ แปลความหมาย และถ่ายโอนการเรียนรู้

ความตระหนักรู้ปัญหา หมายถึง การพุด หรือการเขียน ที่แสดงถึงความรู้อย่างชัดแจ้งด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการที่นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์เหตุการณ์ หรือสื่อ เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้และความเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้

วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ หมายถึง การกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้

2. การสำรวจและค้นหา หมายถึง การที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมายด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คัดค้าน คำตอบ กำหนดทางเลือก ที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพุดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด

3. การอธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ

โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด

4. การขยายความรู้ หมายถึง การที่นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก

5. การประเมินผล หมายถึง การที่นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน

วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ หมายถึง การกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

2. การสำรวจและค้นหา หมายถึง การที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คาดคะเน คำตอบ กำหนดทางเลือก ที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

3. การอธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

4. การขยายความรู้ หมายถึง การที่นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและ

ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่น ๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

5. การประเมินผล หมายถึง การที่นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

ผลของการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 หมายถึง การประเมินหลักสูตรที่เป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัยโดยพิจารณาผล 3 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านประสิทธิภาพของหลักสูตร 2. ด้านผลของการใช้หลักสูตร และ 3. ด้านประสิทธิผลของหลักสูตร

1. ด้านประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง ผลการประเมินหลักสูตรจากการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้หลักสูตรด้วยเกณฑ์ 75/75

สัญลักษณ์ 75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

สัญลักษณ์ 75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนตามหลักสูตรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

2. ด้านผลของการใช้หลักสูตร ได้แก่ ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูง

2.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลง ปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ หรือเปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิด และข้อเท็จจริงต่างๆ ได้แก่ การแปลความ การตีความ และการขยายความ

2) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน หรือแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

3) การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะพิจารณา รายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

4) การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว หรือสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

5) การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตัดสิน หรือ ตีราคา เรื่องราว ความคิด หรือเหตุการณ์ต่างๆ

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้วัดได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบ แบบอัตนัยที่อาศัยหลักการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์รูบริค

2.1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ และความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะ ขั้นบูรณาการที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ดังนี้

1) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัด กระทำใหม่ โดยการเรียงลำดับ แยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ ความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย โดยบอกเหตุผลในการเลือกการนำเสนอได้

2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการ อธิบายหรือสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง โดยเพิ่มความคิดเห็นด้วย

3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหา คำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจ ได้มาจากการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม

4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการ ชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐาน รวมทั้งความสามารถในการ ควบคุมและการเปลี่ยนค่าตัวแปร

5) ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อหา คำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการ บันทึกผลการทดลองรูปแบบต่างๆ

6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ ของข้อมูลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วัดได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการให้คะแนนด้วยเกณฑ์รูบรีค

2.1.3 ผลการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

1) ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง พฤติกรรมที่เชื่อว่าการทดลองและค้นคว้าจะทำให้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาได้ มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ

2) ความรอบคอบ หมายถึง พฤติกรรมที่ยอมรับว่าความรอบคอบมีประโยชน์ เห็นคุณค่าของความรอบคอบ นำหลายวิธีการมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน วางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง และทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย

3) การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หมายถึง พฤติกรรมที่กล้าแสดงความคิดเห็นของตน รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มี เหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์รับฟังความคิดเห็นที่ตนเอง ยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

4) ความมีเหตุผล หมายถึง พฤติกรรมที่ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้แต่จะพยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุและผล อธิบายหรือแสดงความคิดอย่างมีเหตุมีผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง หรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ เสาะแสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย และรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะลงสรุปเรื่องราวต่าง ๆ

5) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่มีส่วนร่วม ในการตัดสินใจกำหนดเป้าหมาย กำหนดกลวิธีเพื่อไปสู่เป้าหมาย และการประเมินผลงาน พร้อมทั้งจะปรับตัว และเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานให้เข้ากันได้กับผู้อื่น และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น

ผลการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาาสตร์วัดได้จากแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้คะแนนตามเกณฑ์รูบรีค

2.2 การคิดระดับสูง หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในด้านต่อไปนี้

2.2.1 ความคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก รวบรวม เป็นหมวดหมู่ และการจัดประเด็นต่าง ๆ

2.2.2 ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงความ คิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลอย่างเพียงพอ

2.2.3 ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากผู้อื่น

2.3.4 ความคิดอย่างเป็นเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการโต้แย้ง หรือสนับสนุนโดยใช้เหตุผล

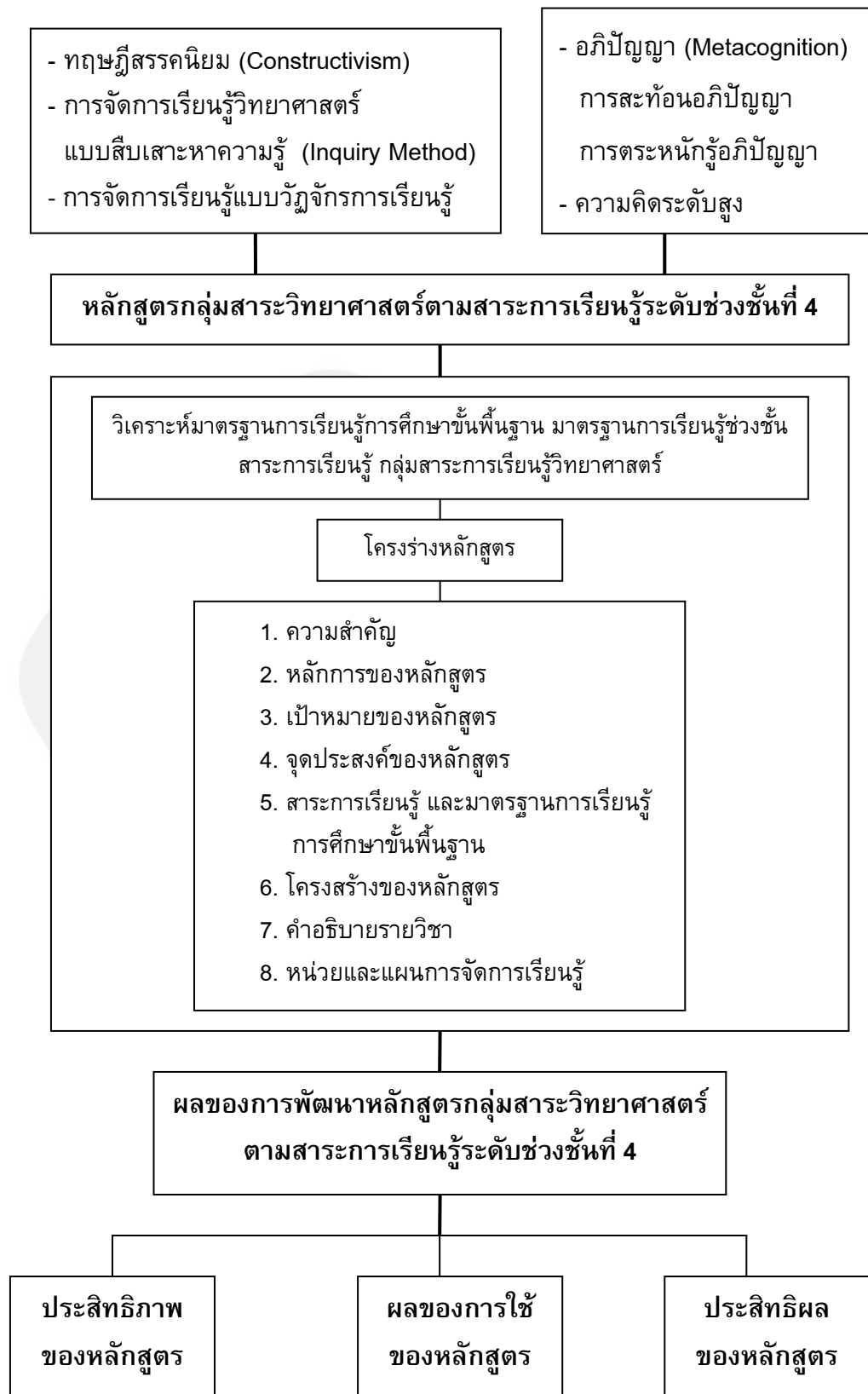
2.3.5 ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ พิสูจน์และตรวจสอบหาข้อเท็จจริง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การคิดระดับสูง วัดได้จากแบบวัดการคิดระดับสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยให้ คะแนนตามเกณฑ์รูปรีด

3. ด้านประสิทธิผลของหลักสูตร หมายถึง ผลการประเมินหลักสูตรโดยการ พิจารณาผลจากการวิเคราะห์ค่าขนาดอิทธิพล (effect size) เพื่อดูค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ขนาดอิทธิพล หมายถึง ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ถูกวัดด้วยหน่วยเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาได้โดยนำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของ กลุ่มตัวอย่างคู่ที่เปรียบเทียบกันหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 :49)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตรตามสาระการเรียนรู้อภิปญญา ระดับช่วงชั้นที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 / 75

2. ผลของการทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนก 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) แตกต่างกัน

2.2 ด้านการคิดระดับสูง จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) แตกต่างกัน

3. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ดังนี้

3.1 ขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

3.2 ขนาดอิทธิพลการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตาม สาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

- 1.1 แนวความคิดการพัฒนาหลักสูตร
- 1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism)
- 1.3 ความเป็นมาของวัฏจักรการเรียนรู้
- 1.4 วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่ม BSCS
- 1.5 วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี

1.6 งานวิจัยเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูม

- 2.1 พัฒนาการทางพุทธิปัญญาของเพียเจต์
- 2.2 พุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูม

3. เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอภิปัญญา (Metacognition)

- 3.1 ความหมายของอภิปัญญา
- 3.2 พื้นฐานทางทฤษฎีของอภิปัญญา
- 3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับอภิปัญญา

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 4.1 แนวคิดใหม่ในการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 4.3 การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)
- 4.4 รุบริค (Rubrics)
- 4.5 การคิดระดับสูง

1. เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการ เรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

1.1 แนวความคิดการพัฒนาหลักสูตร

ปัจจุบันหลักสูตรที่ใช้กันอยู่มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ หรือแนวคิดของการจัดแบ่งประเภทหลักสูตร มีแนวความคิดในการออกแบบหลักสูตรของนักการศึกษาที่สำคัญดังนี้ (Taba. 1962 ; Saylor and Alexander. 1974 ; ชำรง บัวศรี. 2532)

1. แนวความคิดที่ยึดเนื้อหาวิชาเป็นหลัก แนวความคิดนี้มีจุดเน้นอยู่ที่สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียน คือ องค์ความรู้ศาสตร์ต่างๆ ดังนั้นรูปแบบของหลักสูตรจะต้องสะท้อนให้เห็นเนื้อหาวิชาที่ถูกจัดไว้เป็นระเบียบในกรอบของแต่ละวิชา โดยเรียงลำดับตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น เรียงลำดับตามความยากง่ายหรือตามขั้นพัฒนาการ หลักสูตรตามแนวคิดนี้ได้แก่ หลักสูตรรายวิชา (Subject Curriculum) หลักสูตรสหสัมพันธ์วิชา (Correlated Curriculum) หลักสูตรหมวดวิชา (Broad Curriculum) และหลักสูตรสหวิทยาการ (Multidisciplinary Curriculum)

2. แนวความคิดที่ยึดกิจกรรมและปัญหาสังคมเป็นหลัก แนวความคิดนี้จะมุ่งที่สังคมเป็นความพยายามที่จะปลีกรตัวออกจากหลักสูตรที่เน้นเนื้อหาวิชาที่มุ่งเน้นความรู้จุดสำคัญที่แนวคิดนี้เน้นคือหน้าที่ของบุคคลในสังคม ปัญหาสังคม และการเสริมสร้างสังคม แนวความคิดนี้มิผลทำให้เกิดหลักสูตรที่เรียกว่าหลักสูตรแกนวิชา (Core Curriculum) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่บังคับให้ทุกคนต้องเรียนเพราะถือว่าปัญหาสังคมเป็นปัญหาของทุกคนร่วมกัน

3. แนวความคิดที่ยึดความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นหลัก แนวความคิดนี้เน้นความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการยึดตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนั้นสิ่งต่างๆ ที่บรรจุในหลักสูตรจะเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน และปัญหาที่ผู้เรียนสนใจและต้องการแก้ไข หลักสูตรจะไม่กำหนดอะไรไว้แน่นอนเป็นเรื่องที่ผู้เรียนและผู้สอนตกลงกัน หลักสูตรตามแนวความคิดนี้ได้แก่ หลักสูตรประสบการณ์ (Experience Curriculum) หรือหลักสูตรที่ยึดเด็กเป็นศูนย์กลาง (Child-Centered Curriculum)

4. แนวความคิดที่ยึดความสามารถเฉพาะของผู้เรียน แนวความคิดนี้การออกแบบหลักสูตรจะมีการกำหนดเกณฑ์ความสามารถที่ผู้เรียนพึงกระทำขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นทักษะด้านต่างๆ เรียงลำดับกันไปตามวิชาหรือหมวดวิชา ตามแนวคิดนี้จะได้หลักสูตรที่เรียกว่าหลักสูตรเน้นสมรรถนะ(Competency-Based Curriculum)

5. แนวความคิดที่ยึดทักษะในกระบวนการเรียนรู้เป็นหลัก ตามแนวความคิดนี้มุ่งในเรื่องของวิธีการมากกว่าเนื้อหาวิชา โดยถือว่าความรู้เป็นเพียงพาหนะที่จะนำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้การสอนไม่ใช่จุดหมายปลายทางของหลักสูตร หลักสูตรตามแนวคิดนี้เรียกว่า หลักสูตรกระบวนการ (Process Approach Curriculum)

6. แนวความคิดที่ยึดหลักการผสมผสานทั้งในด้านกระบวนการและความรู้ตามแนวความคิดนี้ การออกแบบตั้งอยู่บนพื้นฐานทางจิตวิทยาเกสตาลท์ ซึ่งต้องการเห็นภาพรวมของเนื้อหาวิชา กระบวนการในการเรียนการสอนทำให้มองไม่เห็นว่ามีรายวิชาออกจากกัน หลักสูตรตามแนวความคิดนี้เรียกว่าหลักสูตรบูรณาการ (Integrated Curriculum) ตัวอย่างหลักสูตรนี้ได้แก่ หลักสูตรเพื่อชีวิตและสังคม (Social Process and Life Function Curriculum)

จากแนวความคิดดังกล่าว ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคิดสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยประยุกต์แนวความคิดการพัฒนาหลักสูตรตามแนวความคิดที่ยึดเนื้อหาวิชา และแนวความคิดที่ยึดทักษะในกระบวนการเรียนรู้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรโดยดำเนินการจัดทำแผนประสบการณ์หรือแนวทางในการจัดประมวลองค์ความรู้ ทั้งทางด้านตัวความรู้ ทักษะ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism)

วัญญา จีระพูลสุวรรณ (2544: 162-168) กล่าวว่าปรัชญาสรคินิยม เป็นการมองโลกเกี่ยวกับธรรมชาติที่มีอยู่จริง ได้แก่ ธรรมชาติของความรู้ ธรรมชาติของปฏิสัมพันธ์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานแนวคิดมาจากจิตวิทยาพัฒนาการของเพียเจต์ ที่อธิบายถึงการนำความรู้ใหม่มาสอดแทรกในความรู้เดิม และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ จิตวิทยาความรู้ความเข้าใจที่อธิบายถึงการใช้กรอบความรู้เดิม แปลความหมายประสบการณ์ใหม่ และสรคินิยมเชิงสังคมที่อธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวคิดสรคินิยมมีดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างโดยใช้ฐานจากประสบการณ์เดิม
2. ผู้เรียนจะสร้างความหมายจากประสบการณ์และจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
3. กิจกรรมการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนได้รับและเข้าถึงประสบการณ์ด้วยตนเอง
4. การสร้างความรู้เป็นกระบวนการควบคุมตนเอง
5. ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเห็นและไตร่ตรองความรู้ความเข้าใจ
6. ผู้เรียนมีโอกาสประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง
7. ผลผลิตการเรียนรู้เกิดจากสิ่งที่ผู้เรียนทำงานร่วมกัน

บทบาทของครูตามแนวคิดสรคินิยม

1. แนะนำแนวคิดใหม่
2. ติดตามและวินิจฉัยกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมสนทนา
4. เชื่อมโยงโลกของเด็กกับโลกของวิทยาศาสตร์

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2537 : 50-56) กล่าวว่าทฤษฎีสรคณิยม เป็นการนำทฤษฎีทางจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย ได้แก่ ปรัชญาของดีวี่ กู๊ดแมน เพียเจต์ บรูเนอร์ ออชเชเบล และไวโกตสกี เน้นการเรียนการสอนที่让孩子เป็นศูนย์กลาง พวกเขาเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง สาระสำคัญของทฤษฎีนี้มีดังนี้

1. ความรู้คือการสร้างความจริงตามที่เป็นอยู่ ซึ่งแต่ละคนจะค้นพบ ตามความคาดหวัง หรือความเชื่อเดิม หรืออาจเนื่องจากการปรับเปลี่ยน ขยายความคิดหรือความเชื่อเดิมจนก่อให้เกิดความเข้าใจใหม่

2. หลักการของทฤษฎีสรคณิยม มีดังนี้

- 2.1 คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่าโลกเป็นอย่างไร จนกว่าจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกขึ้นมาเอง

- 2.2 แม้ว่าคนเราจะมีเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้ว แต่หากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติมอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อได้

- 2.3 คนเราสร้างความบนพื้นฐานของความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว จากความสามารถในการให้เหตุผลและจากความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตเห็นได้เชิงประจักษ์

นักสรคณิยมถือว่าประสบการณ์ใหม่ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้และความรู้และประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ ผู้เรียนจะปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

3. คุณลักษณะของทฤษฎีสรคณิยม มีดังนี้

- 3.1 ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

- 3.2 การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นย่อมขึ้นกับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน

- 3.3 การเรียนรู้จะเกิดได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

- 3.4 การเรียนรู้อย่างมีความหมาย จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด

4. รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคณิยม มีขั้นตอน ดังนี้

- 4.1 ขั้นชักชวน (Invitation)

- 4.2 ขั้นสำรวจ / ค้นพบ / สร้าง (Exploration / Discovery / Creation)

4.3 ขั้นนำเสนอผลการศึกษาและการแก้ปัญหา (Proposing Explanation and Solutions)

4.4 ขั้นประยุกต์หรือนำไปใช้ (Take Action)

5. บทบาทครูวิทยาศาสตร์กับการสอนตามทฤษฎีสรรคินิยม ครูใช้บทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ดังนี้

5.1 เป็นผู้นำเสนอกิจกรรม (Presenter)

5.2 เป็นผู้สังเกต (Observer)

5.3 เป็นผู้ตั้งคำถามและเสนอปัญหา (Question Asker and Problem Poser)

5.4 เป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (Environment Organizer)

5.5 เป็นผู้ประสานการประชาสัมพันธ์ (Public Relation Coorganizer)

5.6 เป็นผู้รวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ (Documenter of Learning)

5.7 เป็นผู้สร้างทฤษฎี (Theory Builder)

6. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคินิยม มีดังนี้

6.1 ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม

6.2 กิจกรรมการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือพื้นความรู้เดิม

ของนักเรียน

6.3 กิจกรรมการเรียนรู้ควรสะท้อนโลกแห่งความเป็นจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริง

6.4 กิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมกลุ่มเล็ก

7. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีสรรคินิยม มีดังนี้

7.1 จัดกิจกรรมให้เชื่อมโยงกับพื้นความรู้เดิมของนักเรียน

7.2 ให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหา ค้นพบ และสร้างความรู้

7.3 ใช้กระบวนการกลุ่มหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และทัศนคติ ตลอดจนทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคม

คณะทำงานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สสวท. (2540 : 11) กล่าวว่า แนวคิดสรรคินิยมถือว่า การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากตัวนักเรียนเอง การเรียนการสอนที่เหมาะสมแบบหนึ่งคือการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

แอนเดอสัน (Anderson. 2003 : 2) เสนอลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ว่าหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้คือการตั้งคำถาม นักเรียนต้องสนใจที่จะค้นหาคำตอบ เริ่มตอบ คำถามที่อยากรู้อยากเห็นด้วยการสำรวจตรวจสอบข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่สงสัย ขยายแนวคิดจากการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลไปเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเมินความรู้ที่ได้พร้อมทั้งเสนอและปรับปรุงความรู้ที่ได้

สรุปได้ว่า นักจิตวิทยาในกลุ่มสรรคนิยมได้ประยุกต์ทฤษฎีทางจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย และเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับ เพื่อค้นหาความจริง ความขัดแย้งทางปัญญา และความอยากรู้อยากเห็นเป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้ความรู้และประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ ทั้งนี้ต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นด้วยจากแนวคิดสรรคนิยม ได้พัฒนาเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนหลายแบบ แบบหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดนี้คือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.3 ความเป็นมาของวัฏจักรการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ กลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือวัฏจักรการเรียนรู้ โดยมีการพัฒนามาตามลำดับดังนี้

คาร์พลัส (Karplus. 1977 : 169-175) นำเสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration) นักเรียนจะได้พบสิ่งเร้าใหม่ กระตุ้นให้อยากเรียนรู้และอาจถูกทำให้อยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้
2. การเกิดความคิด (Invention or Clarification)
3. การค้นพบ (Discovery or Application)

ลอว์สัน (Lawson.1984 : 423) สรุปว่าวัฏจักรการเรียนรู้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา มีข้อได้เปรียบที่ในการสำรวจนักเรียนได้ค้นพบในขั้นการสำรวจมีโอกาสได้อธิบายความคิดในขั้นเกิดความคิด และได้ฝึกทบทวนในขั้นการค้นพบ ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนจะนำ นักเรียนไปสู่สภาวะสมดุล โดยได้ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

โคเฮน สแตนเลย์ และโฮรัค (Cohen, Stanley and Horak. 1985 : 114-120) ได้จัดวัฏจักรการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่การสำรวจ (Exploration) อาจเริ่มต้นด้วยการบรรยาย การให้อ่าน ให้ดูวีดิทัศน์ เพื่อจูงใจให้เกิดความสนใจโมทัศน์ใหม่ อาจเป็นการสำรวจแบบปลายเปิด สำรวจแบบแนะแนวทาง หรือสำรวจแบบสังเกตการแสดงออก (Expression) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจที่ได้จากการสำรวจแล้วนำมาสร้างรูปแบบแนวคิดให้ได้มโนทัศน์ใหม่ ได้แก่

1. การให้นิยามหรือชื่อ (Labelling) นักเรียนจะร่วมกันให้นิยามและชื่อจากผล
การแสดงผลออกกร่วมกัน
2. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำกระบวนการและมโนทัศน์ไปใช้ใน
สถานการณ์ต่าง ๆ

1.4 วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study)

วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่ม BSCS ปัจจุบัน มี 5 ขั้นตอน (5E) ดังนี้ (Barman and Michael. 1989 : 30-32)

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน อาจเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับปัจจุบันและควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะกับประสบการณ์เดิม ครูจะต้องกระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถาม กำหนดปัญหา สร้างเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งเป็นวิธีดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลสำเร็จของกิจกรรมสร้างความสนใจคือทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และต้องการศึกษาหาความรู้อย่างลึกซึ้ง

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอดกระบวนการ และทักษะ เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นของผู้เรียน ต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการสอน และช่วยจำแนกแยกแยะหรือจัดกลุ่มความรู้ความสามารถของนักเรียนตามประเด็นปัญหา ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกตการจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียดโดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวเอง ครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้

ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังไม่สับสนอยู่ หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ผู้เรียนจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่เขาสนใจ และได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ชำนาญมากขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด หลักการ กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเอง และครูก็ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไร ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้จึงเป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นรูปแบบการสอนของครู

1.5 วัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 44-45) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาตามลำดับ ในระยะเริ่มแรกเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ระยะต่อมาพัฒนาให้มีปัญหาปลายเปิด ให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติ ฝึกค้นคว้า ตรวจสอบด้วยความคิดของตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา คือ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถาม ตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่มแล้ววางแผน วิธีการที่จะแก้ปัญหา ด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลายโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหา สรุปเป็นความรู้ใหม่ และได้พัฒนาต่อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็น

เรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบาย (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทางเช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้ค้นหาความรู้โดยการสอบถามและสำรวจตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนทำให้ได้ประสบการณ์

ตรงและส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น หัวใจของการสืบเสาะหาความรู้คือการตั้งคำถาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำประสบการณ์ใหม่ปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้และการประเมินผล

1.6 งานวิจัยเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้

ประกาศิต จันทศ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากการกลุ่มที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การแจกแจงระดับพัฒนาการทางสติปัญญาก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และเจตคติต่อการสอนอยู่ในระดับดี

พิมพ์ วัฒนานนท์ (วิทยุ เลิศลพ. 2543 : 53 ; อ้างอิงจากพิมพ์ วัฒนานนท์. 2539) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีการเรียนรู้แบบวงจรมารับแผนการสอน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เปรมจิตร บุญสาย (2541 : 369-379) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E สอนบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย(ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย(เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไปคุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย(ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของ สสวท.

วิชาญ เลิศลพ (2543 : 113-114) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E รูปแบบสสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E กับสสวท. วิชาฟิสิกส์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. สูงกว่ากลุ่มสสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาของทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. สูงกว่ากลุ่มสสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อ

วิชาฟิสิกส์ของกลุ่มวัฏจักรการเรียนรู้ และกลุ่มผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสวท. สูงกว่ากลุ่มสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำเนิน ยาท่วม. (2548 : 114) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา ผลการศึกษาไม่พบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีอิทธิพล ต่อผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ ประเมินการรู้คิดของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ตามลำดับ และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมี ผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมิน การรู้คิดของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับปาน กลาง และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำตามลำดับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 3-9) ได้ศึกษาพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระยะที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ใช้ครูสอน 5 คน คณะนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ คณะกัน ระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์ 12 คาบเรียน โดยใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5E พบว่าส่วนมากครูจะ ดำเนินการในขั้นตอนการสร้างความสนใจ ขั้นตอนสำรวจและค้นหา และขั้นตอนอธิบายและลง ข้อสรุป ส่วนขั้นตอนขยายความรู้และขั้นตอนประเมินผล ครูดำเนินการน้อยมาก บทบาทส่วนใหญ่ยังอยู่ที่ครู คำถามส่วนมากยังเป็นด้านความจำความเข้าใจ และใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหา โดยอ้อม นักเรียนได้คิดและปฏิบัติโดยครูคอยให้คำปรึกษาชี้แนะ ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของนักเรียนส่วนมากอยู่ในระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเชิงระบบอย่างมี เหตุผล รองลงมาพัฒนาขึ้นเป็นระดับการคาดคะเน หรือคาดเดาอย่างสมเหตุสมผล ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนลดลง ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ส่วนมากอยู่ใน ระดับการระดมความคิดและสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนมากเขียนตอบสั้น ๆ ไม่ชัดเจน ไม่ครบประเด็น ไม่อธิบายบริบท ไม่เชื่อมโยง ข้อมูลกับความรู้เดิมหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ค่อยให้เหตุผล ขาดความรู้พื้นฐาน และ การเรียบเรียงคำบรรยายสับสน ข้อเสนอแนะคือควรเตรียมความพร้อมให้ครูมากกว่านี้ ควร จัดเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม และควรสอดแทรกทักษะการคิด ลักษณะการคิด และ กระบวนการคิดในกระบวนการเรียนการสอน

บิลลิง (Billings. 2001 : 89A) ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้สอนวิชาฟิสิกส์ แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิชิแกนจำนวน 28 คน พบว่านักเรียนร้อยละ 75 สนุกสนานในกิจกรรมการเรียนรู้ร้อยละ 10 รู้สึกธรรมดาในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 32 มีความรู้สึกที่ดีขึ้นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 66 เห็นด้วยกับวิธีสอน และนักเรียนร้อยละ 85 มีระดับความสามารถเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ รูปแบบที่น่าสนใจคือวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งจากงานวิจัยเห็นได้ว่าวัฏจักรการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังส่งผลที่ดีต่อการพัฒนาการคิดระดับสูง การพัฒนาความคิดด้วยตนเอง การพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความเชื่อในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางพุทธิปัญญา

2.1 พัฒนาการทางพุทธิปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ ไล ฤทธาคณานนท์ (2536 : 8-62) กล่าวว่า เพียเจต์แบ่งพัฒนาการของเด็กเป็น 3 วัย ดังนี้

2.1.1 วัยทารก (Infancy) เป็นพัฒนาการในวัยตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 2 ปี มีพัฒนาการด้านประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว สถิติปัญญาเป็นพื้นฐานของพัฒนาการทางภาษาเป็นการค่อยๆ แยกคนออกจากวัตถุ เปลี่ยนความเข้าใจวัตถุจากที่เป็นสิ่งที่ขึ้นอยู่กับการกระทำของตนมาเป็นวัตถุภายนอกที่มีไว้สำหรับให้คิดหรือสำรวจ และแยกสัญลักษณ์ออกจากวัตถุ โดยอาศัยความแตกต่างทางกายภาพในมิติของเวลาและสถานที่

2.1.2 วัยเด็กตอนต้น (Early Childhood) เด็กสามารถคาดการณ์และทำความเข้าใจกับ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง โดยการดูซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้างให้เข้ากับสิ่งเร้าที่อยู่รอบตัว

2.1.3 วัยเด็กตอนกลางและวัยรุ่น (Middle Childhood and Adolescence) สมมองของเด็กวัยนี้เปรียบเป็นระบบพุทธิปัญญาซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลในปริมาณและความซับซ้อนที่แตกต่างกันด้วยการใส่รหัส บันทึก นำออกมาใช้ และเปรียบเทียบ พัฒนาการของเด็กวัยนี้มีดังนี้

- 1) ความสามารถในการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Capacity)
- 2) ความชำนาญเฉพาะด้าน (Domain – Specific Knowledge)

3) ปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Concrete and Formal Operation)

4) การคิดเชิงปริมาณ (Quantitative Thinking)

5) การรู้เชิงเกม (A Sense of Game)

6) อภิปัญญา (Meta cognition) เป็นความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับปัญญาของตนเอง

7) การปรับปรุงความสามารถที่มีอยู่แล้ว (Improving Existing Capacity)

สรุปได้ว่าเด็กวัยรุ่นมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูล มีความชำนาญเฉพาะด้านสามารถปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและนามธรรมได้ เข้าใจการคิดเชิงปริมาณ เข้าใจรูปแบบและรายละเอียดของเกม มีอภิปัญญา และรู้จักการปรับปรุงความสามารถเดิม

2.2 พุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูม

สมนึก ภัททิยธนี (2536 : 28-34) กล่าวว่า Bloom ได้จำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญาออกเป็น 6 ด้าน 21 พฤติกรรมย่อย ดังนี้

2.2.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึงความสามารถของสมองในการเก็บสะสม เรื่องราวและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่รับรู้มา และสามารถระลึกถึงเรื่องราวนั้นออกมาได้ ได้แก่

1) ความรู้ในเนื้อเรื่อง หมายถึงความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในเรื่อง ได้แก่

1.1) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม หมายถึงความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม คำแปล ความหมาย อักษรย่อ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย และรูปภาพ

1.2) ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกฎ สูตร ความจริงตามเนื้อเรื่อง ขนาด ทิศทาง ปริมาณ เวลา คุณสมบัติ ระยะทาง การเปรียบเทียบคุณ และโทษวัตถุประสงค์ สาเหตุ

2) ความรู้ในวิธีดำเนินการ หมายถึงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของกิจกรรม วิธีดำเนินการเรื่องราว วิธีประพฤติปฏิบัติ ได้แก่

2.1) ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน วัฒนธรรม ประเพณี คำสุภาพ ราชศัพท์ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ตกลงกันในสังคม

2.2) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการเรียงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหลังและความรู้เกี่ยวกับการคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นปัจจุบัน

2.3) ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท หมายถึงความรู้เกี่ยวกับการจำแนก แจกแจง และจัดประเภท

2.4) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ หมายถึงความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดที่ยึดเป็นหลักแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งต่าง ๆ ตามที่สังคมยอมรับ

2.5) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ หมายถึงความรู้เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติและขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ

3) ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง หมายถึงความสามารถในการค้นหาหลักการหรือหัวใจของเรื่อง เพื่อสร้างเป็นทฤษฎีหรือโครงสร้างของเนื้อเรื่องเหล่านั้น ได้แก่

3.1) ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย หมายถึงความรู้เกี่ยวกับหลักการหรือหัวใจของเรื่องที่เกิดจากหลาย ๆ ความคิดรวบยอดมารวมกัน ซึ่งความคิดรวบยอดหมายถึงลักษณะร่วมของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้นหลาย ๆ ครั้งหรือมีสิ่งเหล่านั้นหลาย ๆ อย่าง และความรู้เกี่ยวกับการขยายความต่อออกไปจากสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่รู้มา

3.2) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง หมายถึงความรู้ที่เป็นทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมเกี่ยวกับคติและหลักการของหลายเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน ไม่เป็นชนิดเดียวกัน ไม่เป็นอย่างเดียวกันโดยตรง แต่อยู่ในเครือหรือสกุลเดียวกัน ความรู้เป็นสิ่งที่เคยได้รับประสบการณ์มาก่อน อาจเรียกว่าเป็นสติหรือการระลึกได้ ตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึง 6 จะเป็นสิ่งที่เรียกว่าปัญญาซึ่งต้องใช้กระบวนการของความรู้และประสบการณ์มาประสานกันจึงจะเกิดพฤติกรรมเหล่านี้

2.2.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ เปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ย่นย่อความคิด ย่นย่อ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทั้งยังสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะหรือมีสภาพคล้ายคลึงเป็นทำนองเดียวกับของเดิมได้ บุคคลที่มีความเข้าใจในสิ่งใดจะสามารถแปลความ ตีความหมายหรือขยายความเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ ได้แก่

1) การแปลความ หมายถึง ความสามารถแปลสิ่งซึ่งอยู่ในระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่งได้ หรือแปลข้อความ หรือเปรียบเทียบเปรียบเทียบเปรยจากคำพังเพย สำนวนโวหาร คำแสลง และการถอดความ

2) การตีความ หมายถึง การจับใจความสำคัญของเรื่อง หรือการเอาเรื่องราวเดิมมาคิดในแง่ใหม่ เป็นการสรุปผลที่เกิดจากหลาย ๆ การแปลความที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความหมายใหม่อีกอย่างหนึ่ง

3) การขยายความ หมายถึง การคาดคะเนหรือคาดหวังว่าจะมีสิ่งนั้น เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นในอดีตหรืออนาคต โดยอาศัยแนวโน้มที่รับรู้มาเป็นหลัก

3.2.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน หรือแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ทำนองเดียวกัน หรือสามารถหาสิ่งของมาทดแทนสิ่งที่หายไป

3.2.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การแยกแยะพิจารณารายละเอียดสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนสองชิ้นใดสัมพันธ์กันมากที่สุด ชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานรวมกันได้โดยอาศัยหลักการใด อาจเรียกว่าการพิจารณาไตร่ตรอง ได้แก่

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่าชิ้นใดส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด มีจุดเด่นอย่างไร มีจุดประสงค์สำคัญอย่างไร หรือมีสิ่งซ่อนเร้นอย่างไร

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงการอุปมาอุปไมย

3) การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การพิจารณาชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง

3.2.5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่หรือสิ่งใหม่ได้แก่

1) การสังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การนำเอาความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ มาผสมหรือปรุงแต่งขึ้นใหม่ เกิดเป็นข้อความหรือเรื่องราวใหม่ ๆ เช่น การเขียนเรียงความ เขียนตำรา แต่งคำประพันธ์ วาดภาพโดยไม่มีรูปแบบต้นแบบหรือวาดตามความคิดของตนเอง

2) การสังเคราะห์แผนงาน หมายถึง ความสามารถในการเขียนโครงการ แผนปฏิบัติงาน หรือการวางแผนกิจกรรมต่าง ๆ ว่าจะต้องทำอย่างไร ต้องเตรียมสิ่งใด มีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ต้องเตรียมการแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นอย่างไร

3) การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การเอาความสำคัญและหลักการต่าง ๆ มาผสมให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดเป็นสำเร็จรูปหน่วยใหม่ ที่มีความสัมพันธ์แปลกไปจากเดิม รวมถึงงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และการสรุปความ

3.2.6 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัยตัดสิน หรือตีราคาเรื่องราว ความคิด เหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการสรุปเป็นคำว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม อย่างมีหลักเกณฑ์ ได้แก่

1) การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ตามเรื่องราวหรือตามสถานการณ์นั้น ๆ มาเป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน

2) การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์จากสิ่งภายนอกเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นๆ มาเป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน

สรุปได้ว่าพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญาแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอภิปัญญา (Metacognition)

3.1 ความหมายของอภิปัญญา

ฟลาวเวล (Flavell. 1979 : 906-911) ให้ความหมายอภิปัญญาว่าเป็นการที่บุคคลได้รู้ถึงกระบวนการคิดและผลผลิตของการคิดหรือสิ่งอื่น ๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิด

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ (2536 : 248) ให้ความหมายอภิปัญญาว่าเป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ หรือกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นการกำกับกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ

ทิตนา แคมมณี (2540 : 82) ให้ความหมายอภิปัญญาว่าเป็นการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการรู้คิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุม กำกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

สมจิตร ทรัพย์อัประมัย (2540 : 9) ให้ความหมายอภิปัญญาว่าเป็นการตระหนักรู้และความสามารถของตนเองในอันที่จะเข้าใจ ควบคุม และจัดการกับกระบวนการทางพุทธิปัญญาของตนเอง

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2540 : 1-20) ให้ความหมายอภิปัญญาว่า เป็นความเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร ตลอดจนสามารถควบคุมและตรวจสอบการรู้คิดของตนเองได้

สรุปได้ว่าอภิปัญญาหมายถึงความตระหนักรู้และเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้

3.2 พื้นฐานทางทฤษฎีของอภิปัญญา

ไลเบอร์แมน (อ้างจากสมจิตร ทรัพย์อัประมัย. 2540 : 12-14 ; อ้างอิงจาก Lieberman. 1993) กล่าวว่าอภิปัญญาเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องใกล้ชิดกับทฤษฎีทางพุทธิปัญญา พื้นฐานสำคัญคือทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theory) ซึ่งอธิบายองค์ประกอบของความจำมนุษย์โดยเทียบเคียงกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วย การรับข้อมูลเข้า การเก็บข้อมูลไว้และการแสดงผลข้อมูล ทำนองเดียวกันระบบความจำของมนุษย์ประกอบด้วย การลงทะเบียนข้อมูล การเก็บจำ และ การเรียกคืนข้อมูล

การลงรหัสข้อมูล (Coding) มีสิ่งที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1. การลงรหัสระดับประสาทสัมผัส (Sensory coding) สิ่งสำคัญประการแรกที่ทำให้เราสามารถจำสิ่งต่างๆ ได้ คือต้องสามารถจำแนกสิ่งเร้านั้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการแยกคุณลักษณะใหญ่ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น การรับรู้อักษร L เริ่มจากรู้เป็นจุด ต่อมาทราบว่าจุดเชื่อมต่อกันในแนวตั้ง ต่อมาทราบว่าจุดเชื่อมต่อกันในแนวราบ ต่อมาจึงรู้ว่าแนวตั้งกับแนวราบมาเชื่อมต่อกันเป็นมุมฉาก

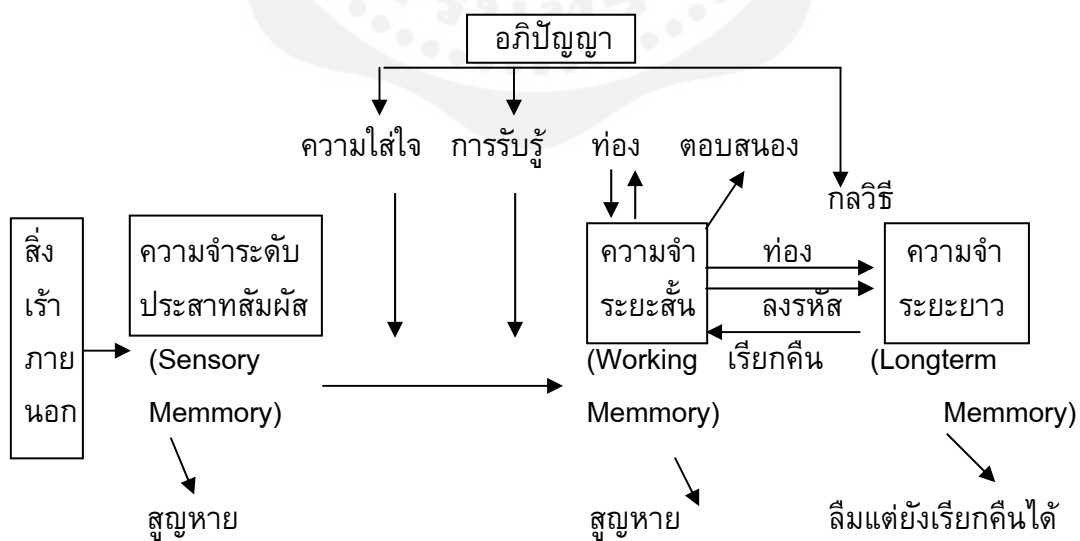
2. บทบาทของบริบทในการลงรหัสข้อมูล (Context role Coding) ถ้าสิ่งเร้ามีความคลุมเครือไม่ชัดเจน ต้องใช้บริบทอ้างอิงประกอบในการจำแนกสิ่งเร้าออกเป็นส่วนย่อย

3. ความจำระยะสั้น (Short-term memory or TSM) เป็นช่วงที่ข้อมูลถูกลงรหัสในรูปที่มีความหมายเพื่อการใช้สอยระยะสั้น ๆ หากไม่มีการจัดกระทำใด ๆ เช่น ทบทวนท่องจำ ข้อมูลนี้จะหายไปในเวลาเพียงไม่กี่วินาที

4. ความจำระยะยาว (Long-term Memory or LTM) การเก็บความจำไว้ในระยะยาวมักต้องลงรหัสข้อมูลที่อ้างอิงบริบทที่มีความหมาย

5. การใส่ใจ (Attention) สมรรถนะของมนุษย์มีขีดจำกัดในการประมวลผลข้อมูล เพราะเซลล์ประสาททั้งหมดไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ เรียกข้อจำกัดนี้ว่าการใส่ใจ

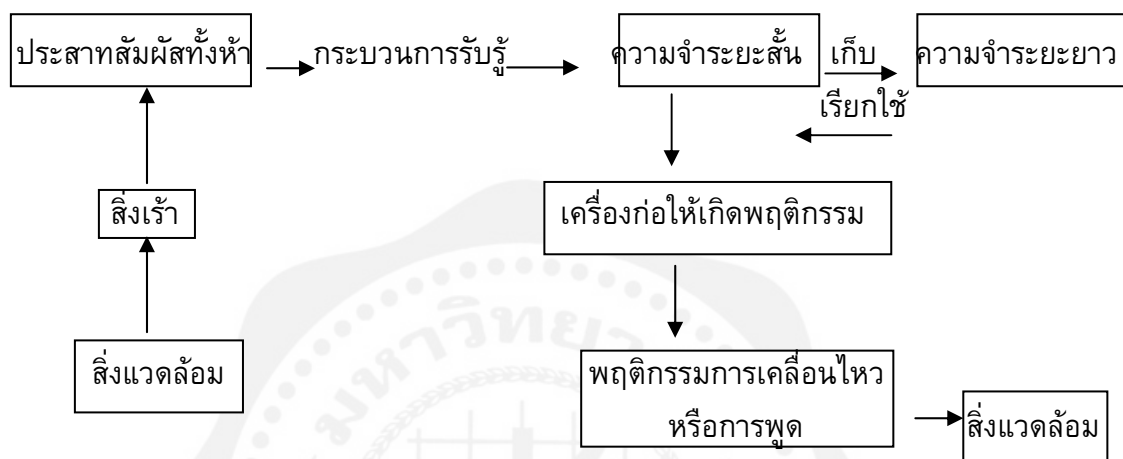
เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2536 : 2-5) กล่าวว่ากลุ่มนักประมวลผลข้อมูลเปรียบเทียบสมองมนุษย์เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบการทำงานอันสลับซับซ้อน โดยที่สมองของมนุษย์จะมีโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับจัดกระทำข้อมูลที่รับเข้ามา มีการสร้าง รับ เปลี่ยน เก็บ และนำข้อมูลออกมาใช้เมื่อต้องการ ซึ่งสรุปดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการควบคุมการรู้คิด (Metacognition)

(ทีศนา แชมมณี. 2545 : 83)

นอกจากทฤษฎีประมวลผลข้อมูลแล้ว อภิปัญญายังสามารถอธิบายได้ด้วยจิตวิทยาพัฒนาการของเพียเจต์ คือผู้เรียนจะสังเกตเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมาย วิธีการ ประสบการณ์ และผลสำเร็จของงาน จากนั้นผู้เรียนจะเกิดกระบวนการดูดซึมความรู้โดยอิงกรอบความรู้เดิม แล้วทำการปรับโครงสร้างทางพุทธิปัญญาของตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้น ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 อภิปัญญาตามแนวจิตวิทยาพัฒนาการ
(ทศนา แชมมณี และคณะ. 2545 : 108)

3.2.1 มิติการคิด

ทศนา แชมมณีและคณะ (2544 : 103-112) อธิบายว่าการคิดของมนุษย์มี 6 มิติ คือ

1) มิติด้านข้อมูลหรือเนื้อหาที่ใช้ในการคิด (Contents for Thinking) เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม และวิชาการ บุคคลจะพิจารณาข้อมูลทั้ง 3 ส่วนนี้ ควบคู่กันไปอย่างผสมกลมกลืน จนกระทั่งพบทางออก หรือทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

2) มิติด้านคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการคิด (Dispositions for Thinking) เช่น ความใจกว้าง ความเป็นธรรม ความใฝ่รู้ ความกระตือรือร้น ความช่างวิเคราะห์ ความขยัน ความกล้าเสี่ยง ความอดทน ความมั่นใจในตนเอง และความมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

3) มิติด้านทักษะการคิด (Thinking Skills) เป็นความสามารถด้านต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

3.1) ทักษะการคิดพื้นฐาน (Basic Thinking Skills) ได้แก่ การฟัง การจำ การอ่าน การรับรู้ การเก็บความรู้ การดึงความรู้ การจำได้ การใช้ความรู้ การอธิบาย การทำความเข้าใจ การบรรยาย การพูด การเขียน และการแสดงออก

3.2) ทักษะการคิดที่เป็นแกนสำคัญ (Core Thinking Skills) ได้แก่ การสังเกต การสำรวจ การตั้งคำถาม การรวบรวมข้อมูล การจัดหมวดหมู่ การตีความ การเชื่อมโยง การใช้เหตุผล การระบุ การจำแนกความแตกต่าง การจัดลำดับ การเปรียบเทียบ การอ้างอิง การแปลความ การขยายความ และการสรุปความ

3.3) ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills) ได้แก่ การนิยาม การผสมผสาน การสร้าง การปรับโครงสร้าง การหาความเชื่อพื้นฐาน การตั้งสมมติฐาน การกำหนดเกณฑ์ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การจัดระบบ การจัดโครงสร้าง การหาแบบแผน การทำนาย การทดสอบสมมติฐาน และการพิสูจน์

4) มิติด้านลักษณะการคิด (Characteristic Thinking) แบ่งเป็น

4.1) หัวใจของการคิด ได้แก่ เป้าหมายของการคิดหรือการคิดที่ถูกทาง

4.2) ลักษณะการคิดพื้นฐาน ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียดลออ และการคิดให้ชัดเจน

4.3) ลักษณะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดกว้าง การคิดลึกซึ้ง การคิดไกล และการคิดอย่างมีเหตุผล

5) มิติด้านกระบวนการคิด (Thinking Process) เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดตัดสินใจ

6) มิติด้านการควบคุมและประเมินการคิด (Metacognition) เป็นการควบคุมการรู้คิดของตนเอง ซึ่งหมายถึงการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง เรียกว่าเป็นการคิดอย่างมียุทธศาสตร์ (Strategic Thinking) ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับการทำงานของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล บุคคลที่มีความตระหนักรู้ และสามารถประเมินการคิดของตนเองได้จะสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ และจะส่งผลต่อความสามารถทางการคิดในภาพรวม บุคคลทั่วไปมีทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและคุณสมบัติที่เอื้อต่อการคิดอยู่แล้ว เมื่อได้รับข้อมูลก็จะตั้งจุดมุ่งหมายในการคิดแล้วใช้ทักษะการคิด คิดออกมาเป็นลักษณะการคิด นำไปสู่กระบวนการคิดและมีการควบคุมและประเมินการคิด จนบรรลุเป้าหมายในการคิด การควบคุมและประเมินการคิดของตนเองดังกล่าวเรียกว่า อภิปัญญา

3.2.2 องค์ประกอบของอภิปัญญา

ฟลาวเวล (Flavell, 1985 : 103-110) แบ่งอภิปัญญาเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1) ความรู้อภิปัญญา (Metacognitive knowledge) หมายถึงความรู้ที่บุคคลสะสมไว้ในระบบความจำ ทำให้บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไรและคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการ

บรรลุเป้าหมายอย่างไร ซึ่งความรู้เบื้องต้นนี้ เป็นความเชื่อว่าเป็นสิ่งที่มีผลต่อการคิดใน 3 ตัวแปร ได้แก่

1.1) ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึงการที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ การทำงาน ความถนัด และความสามารถอื่นๆ โดยรู้ว่าลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานเฉพาะอย่างนั้นได้ดี

1.2) ตัวแปรด้านงาน หมายถึงการตระหนักรู้ของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้น รู้ว่าสิ่งใดที่ทำงานนั้นยาก สิ่งใดที่ทำงานนั้นง่าย รวมถึงรู้ปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่จะเกิดแก่ตน

1.3) ตัวแปรด้านกลวิธี หมายถึงความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในการจัดระบบ การวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลทั้งในสิ่งที่ทำไปแล้วและในสิ่งที่จะทำต่อไป

2) ประสบการณ์อภิปัญญา (Metacognitive Experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ ประสบการณ์นี้มีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกระบวนการคิดตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์การคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายหรือเลิกกระทำเป็นกระบวนการที่บุคคลได้วางแผน ควบคุม และกำกับพฤติกรรมของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตตนเอง กระบวนการตัดสินใจ และกระบวนการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง เพื่อไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ต่อมาโรบิน โฟการ์ตี (Robin Fogarty. 1994: 3) แบ่งประสบการณ์อภิปัญญาเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

2.1) การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2) การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด มีความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนเพียงใด และวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมเพียงใด

3) การประเมิน (Evaluating) เป็นการคิด เกี่ยวกับการประเมินการวางแผนประเมินการกำกับตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์

ไซมอน (Simon. 1989 : 29-48) เน้นความหมายของอภิปัญญาว่า เป็นการกำกับควบคุมใน 9 ลักษณะ คือ

1. การเตรียมตัว (Orientation)
2. การวางแผน (Planning)
3. การควบคุมตนเองให้ดำเนินตามแผน (Monitoring)
4. การทดสอบผลการดำเนินตามแผน (Testing)
5. การตรวจสอบข้อมูลที่เป็นอีกครั้ง (Reorientation)

6. การวางแผนต่อเนื่อง (On-line Planning)

7. การวินิจฉัย (Diagnosing)

8. การสะท้อนความคิด (Reflection)

9. การประเมินผล (Evaluation)

แพร์รีส (Paris. 1983 : 293-316) ให้รายละเอียดของการกำกับควบคุม 4 ขั้นตอน คือ

1. การประเมินสภาพการณ์เบื้องต้น (Pre-Evaluation) เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของงานและความสามารถของบุคคลที่จะมีผลต่องานนั้น ๆ ทั้งด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

2. การวางแผน (Planning) เป็นกำหนดเป้าหมาย และเลือกกลวิธี

3. การกำกับควบคุมตนเอง (Regulation) เป็นความพยายามที่จะทำให้งานนั้นบรรลุตามเป้าหมาย

4. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่นำไปสู่การปรับปรุงแผน

กาโรฟาโร และ เลสเตอร์ (Garofalo and Lester. 1985 : 163-176) เสนอกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา หมายถึงพฤติกรรมที่มีกลวิธีในการประเมิน และทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กลวิธีทำความเข้าใจ

1.2 วิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข

1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน

1.4 สร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา

1.5 ประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ

2. การวางแผน ได้แก่

2.1 ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย

2.2 วางแผนรวม

2.3 วางแผนย่อย

3. การดำเนินการแก้ปัญหา หรือการดำเนินการตามแผน

3.1 ดำเนินการตามแผนย่อย

3.2 กำกับและประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อย

และแผนรวม

3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน และการใช้เวลา

4. การประเมินความถูกต้อง

4.1 ประเมินการนิยามปัญหา และประเมินการวางแผนแก้ปัญหา

- 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
- 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
- 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
- 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย
- 4.2 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา
 - 4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ
 - 4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
 - 4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

เดวิดสัน และ สเติร์นเบิร์ก (Davidson and Sternberg.1994 : 207-226)

เสนอขั้นตอนของการใช้ปัญญาในการแก้ปัญหาทั่วไปดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา ขั้นแรกคือการลงรหัสส่วนประกอบที่สำคัญของสถานการณ์ปัญหา คือการเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้นและการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมา ผู้แก้ปัญหามองเห็นได้ว่าสิ่งที่ได้รู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร

2. การสร้างตัวแทนปัญหา เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ต้องสร้างแผนภาพทางจิตของส่วนประกอบต่างๆ ของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น และเป้าหมายที่พบจากการนำเสนอมา ข้อมูลจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือขจัดออกไป แล้วถูกตีความจากสถานการณ์เดิม แล้วจึงเก็บไว้ในความจำ

3. การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วค่อยๆ แก้ปัญหาเป็นลำดับโดยเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของตน

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา ในขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา เขาต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไป รวมถึงการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรกได้ และยังคงสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาหนึ่งๆ หากกลวิธีที่ใช้ยังไม่เกิดผลที่ต้องการ อาจตัดสินใจเปลี่ยนกลวิธีได้

สรุปได้ว่า อภิปัญญาประกอบด้วยความรู้ อภิปัญญา ได้แก่ ความรู้ด้านบุคคล ความรู้ด้านงาน และความรู้ด้านกลวิธี และประสบการณ์อภิปัญญา ได้แก่ ประสบการณ์ด้านการวางแผน ด้านการกำกับติดตาม และด้านการประเมินผล

3.2.3 การฝึกอภิปัญญา (Metacognitive Training)

ออสมัน และ แฮนนานฟิน (Osman and Hannafin. 1992 : 83-89) เสนอแนวทางการฝึกอภิปัญญาว่าต้องขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. วิธีการฝึกแบบผสมผสาน เป็นการบูรณาการกลวิธีต่างๆ มาใช้ขณะสอนเนื้อหาสาระ

2. วิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันเนื้อหา เป็นวิธีที่มีอิสระในการใช้กลวิธีมากกว่าวิธีแรก และทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้รอบิปัญญามากกว่าวิธีแรก

นอกจากนี้ยังเสนอแนะหลักการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมดังนี้

1. ระวัง อย่าให้กลวิธีทางอภิปัญญาไปแข่งกับการทำงานทางพุทธิปัญญา ต้องไม่ให้ผู้เรียนสูญเสียพลังงานไปกับกลวิธีมากเกินไป

2. เด็กเล็กให้ใช้กลวิธีที่ไม่ซับซ้อนเหมือนเด็กโตหรือผู้ใหญ่

3. หากต้องการการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ที่แตกต่างกันไป ควรใช้วิธีฝึกแบบไม่ผูกพันเนื้อหา

4. ควรฝึกให้ถ่ายโยงการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกบทเรียน

5. ต้องเน้นวิธีการถ่ายโยงกลวิธีด้วย ไม่ใช่มีความรู้ในกลวิธีเพียงอย่างเดียว

6. ควรมีการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ที่จะประเมินความเข้าใจ

7. สนับสนุนให้ใช้ตัวชี้แนะภายนอก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลการเรียนและประมวลผลกลวิธีที่ใช้ในการเรียน

8. ต้องเน้นทั้งตัวแปรด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

9. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถพรรณนาการเรียนรู้ของตนได้ ประเมินผลการเรียนรู้ได้ และให้ผลป้อนกลับซึ่งกันและกัน

10. เน้นให้ผู้เรียนกำกับตนเองโดยอิงเป้าหมายสำคัญ

11. มีการผสมผสานข้อดีของกลวิธีในด้านการถ่ายโยงการเรียน และในด้านที่จัดกระทำกับเนื้อหา

ไซมอน (Simon. 1989 : 29-48) เสนอหลักการพื้นฐานของการสอนอภิปัญญา ดังนี้

1. กิจกรรมและกระบวนการควรได้รับการเน้นมากกว่าผลการเรียนในตัวมันเอง

2. ผู้เรียนต้องได้รับความช่วยเหลือให้ตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา อภิปัญญา และองค์ประกอบของการเรียนรู้ในตำแน่งเป็นสำคัญ

4. ผู้เรียนต้องมุ่งสู่การถ่ายโยงการเรียนรู้และการแผ่ขยาย

5. ต้องมีการฝึกกลวิธีในการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ

6. ผู้เรียนควรได้รับการสอนให้รู้จักวิธีกำกับ การวินิจฉัย และการทบทวนหรือการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

7. ควรออกแบบการสอนให้มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้

8. ควรค่อย ๆ เปลี่ยนความรับผิดชอบของผู้สอนมาเป็นของผู้เรียน
9. ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กเล็กต้องเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับผู้ปกครองและผู้ใหญ่คนอื่น ๆ ด้วย
10. การร่วมมือกันและการอภิปรายร่วมกับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็น
11. เป้าหมายทางพุทธิปัญญาสูงขึ้นย่อมต้องอาศัยกระบวนการที่ลึกและซับซ้อนยิ่งขึ้น
12. การเรียนรู้สิ่งใหม่กระทำได้โดยการเชื่อมโยงกับความรู้หรือมโนทัศน์เดิม
13. การสอนต้องเหมาะกับภาวะและความเข้าใจใหม่ในทศวรรษปัจจุบันของผู้เรียน

3.2.4 ยุทธศาสตร์การทำให้อภิปัญญาเพิ่มขึ้น

โฟการ์ตี. (Fogarty. 1994 : 7) กล่าวว่าเราสามารถทำให้อภิปัญญาของบุคคลเพิ่มขึ้นได้โดยการฝึกยุทธศาสตร์ด้านประสบการณ์อภิปัญญา เรียกว่าเป็นการสะท้อนอภิปัญญาตามแนวคิด ดังนี้

1. การวางแผน ก่อนกิจกรรมการเรียนรู้ควรแสดงให้เห็นยุทธศาสตร์และขั้นตอนสำหรับการตีความโจทย์ กฎ ที่จะต้องจำ และคำชี้แจงต่าง ๆ ระหว่างกิจกรรมครูสามารถชักชวนนักเรียนให้แลกเปลี่ยนความก้าวหน้า กระบวนการคิด และความเข้าใจ หลังกิจกรรมครูสามารถชักชวนนักเรียนให้ประเมินผลข้อดีของการปฏิบัติตามกฎนั้น ได้แก่
2. การสร้างคำถามนักเรียนพิจารณาจากขอบเขตของเนื้อหาแล้วจึงสร้างคำถามกันเองก่อนอ่าน และระหว่างอ่านเนื้อหา
3. การเลือกอย่างมีสติ ครูสามารถสนับสนุนอภิปัญญาโดยช่วยให้นักเรียนค้นหาทางเลือกและการตัดสินใจ สืบหาความต่อเนื่องของทางเลือก ก่อนและระหว่างพฤติกรรมการตัดสินใจ
4. การประเมินผลด้วยเกณฑ์ที่หลากหลาย ครูสามารถเพิ่มอภิปัญญาโดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดและจำแนกการปฏิบัติที่มีเกณฑ์การประเมิน 2 เกณฑ์หรือมากกว่า เช่น ชักชวนให้นักเรียนจำแนกว่าได้ทำอะไรไปแล้ว มีประโยชน์หรือมีอะไรเป็นอุปสรรค อะไรที่ชอบ อะไรที่ไม่ชอบ และอะไรเป็นบวกหรือเป็นลบต่อกิจกรรม
5. การทำให้ได้รับความเชื่อถือ ครูจะให้นักเรียนระบุว่าอะไรที่สามารถทำได้ดี และชักชวนนักเรียนให้พยายามหาข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อน ครูควรถามว่าอะไรที่เราทำแล้วภูมิใจ และต้องการให้คนอื่นจำในสิ่งที่เราทำได้อย่างไร นักเรียนจะมีความสำนึกในสิ่งที่ได้ทำไป และจะซึมซับเกณฑ์ ในพฤติกรรมที่พวกเขาพิจารณาว่าดี
6. เลิกใช้คำว่าฉันทำไม่ได้ นักเรียนควรระบุว่าการข้อมูลอะไรที่จำเป็นปรารถนาวัสดุอะไร ทักษะอะไรที่ยังขาดและปรารถนาที่จะแสดงออก เป็นการช่วยระบุขอบเขตว่ารู้อะไร และอะไรที่ปรารถนาจะรู้

7. การเทียบเคียงประโยคหรือการสะท้อนกลับความคิดของนักเรียนเป็นการสร้างขึ้นใหม่ การขยายความ และการใช้แนวคิดของนักเรียน อาจพูดว่านักเรียนบอกอะไรแก่เรา ดูเหมือนกับกำลังพูดว่า ครูคิดว่าครูได้ยืนว่าอย่างนี้

8. การนิยามพฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูจัดประเภทนักเรียนตามกระบวนการการเรียนรู้ นักเรียนจะเริ่มรู้ตัวในการปฏิบัติ ครูควรรู้ว่านักเรียนทำอะไรในการวางแผนปฏิบัติหรือทดลอง ครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการแลกเปลี่ยน เป็นตัวอย่างของการให้ความร่วมมือ

9. การระบุศัพท์เฉพาะให้ชัดเจน นักเรียนมักจะคลุมเครือบ่อย ๆ ไม่ชัดเจน เช่นในการทำคำตัดสิน นักเรียนจะพูดว่า ไม่ยุติธรรม เข้มงวดเกินไป ไม่ดี ครูต้องทำให้ชัดเจนว่า อะไรที่เข้มงวดเกินไป อะไรที่ไม่ยุติธรรม

10. บทบาทสมมติและการจำลองสถานการณ์ บทบาทสมมติสนับสนุนอภิปัญญา เพราะเมื่อนักเรียนสมมติบทบาทของผู้อื่นพวกเขาจะคงความมีเหตุผลและรักษาบุคลิกภาพนั้น ๆ อย่างมีสติไตร่ตรอง การแสดงละครจะสนับสนุนสมมติฐาน หรือการพยากรณ์ว่าบุคคลมีปฏิกิริยาโต้ตอบในสถานการณ์ที่เด่นชัดอย่างไร บทบาทสมมติจะสนับสนุนให้การรับรู้จากความรู้สึกตนเองน้อยลง

11. การเขียนบันทึกประจำวัน เป็นการจดบันทึกความคิด และประสบการณ์เชิงเหตุผลประจำวัน เพื่อสังเคราะห์ความคิดและการกระทำ และการแปลความหมายเป็นสัญลักษณ์ การบันทึกจึงจัดว่าเหมาะสมที่จะกลับมาดูได้อีก เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มองเห็นและรับรู้เงื่อนไขของข้อมูล เป็นการกระตุ้นกระบวนการของยุทธศาสตร์การคิด และการตัดสินใจกระทำ เป็นการระบุเส้นทางเล็ก ๆ สำหรับสิ่งที่มองไม่เห็นเป็นทางผ่านของการกระทำ และเป็นการเรียกกลับความสำเร็จ (อาจทำด้วยการบันทึกวิดิทัศน์และเทปบันทึกเสียง)

12. การเลียนแบบ เป็นยุทธศาสตร์ที่ได้ผลมากที่สุด ดังที่กล่าวว่าการกระทำดีกว่าคำพูด ถ้านักเรียนดูพฤติกรรม เช่น การบรรยายอย่างถูกต้องในการวางแผน และมีตัวเลือกที่มีเหตุผลอันควร นักเรียนจะชอบแสดงพฤติกรรมที่เหมือนกันนี้

การคิดแบบอภิปัญญา มี 4 ระดับ ได้แก่

1. การใช้ที่รู้เป็นนัยว่าจะได้ประโยชน์ตามต้องการ
2. การใช้เชิงตระหนักในการกระทำ ตระหนักว่าเป็นอะไร และเมื่อใด
3. การใช้ที่มียุทธศาสตร์ที่มีสติและมีแบบแผน
4. การใช้ที่มีการสะท้อนกลับ เป็นการสะท้อนก่อน ระหว่าง และหลังการ

กระทำเป็นการวางแผน การควบคุมติดตามอารมณ์ และการประเมินผล

การสอนอภิปัญญา สัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้

1. สัมพันธ์กับทฤษฎีสรณนิยม

2. สัมพันธ์กับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
3. สัมพันธ์กับการมุ่งเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้

3.2.5 อภิปัญญาและครู (Metacognition and the teacher)

โฟการ์ตี. (Fogarty. 1994 : 17) กล่าวว่า ครูสามารถแนะแนวทางสำหรับนักเรียนได้ ตามตัวอย่างการเรียนการสอนต่อไปนี้

1. การสอนสำหรับการคิด (Teaching for Thoughtfulness) โดยจัดบรรยากาศให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีและพึงพอใจเกี่ยวกับพวกเขาเอง สร้างความเชื่อมั่นและความศรัทธาในความสามารถของตนเอง ให้นักเรียนได้คิด 3 -10 วินาที ก่อนตอบคำถาม

2. การสอนการคิด (Teaching of Thoughtfulness) โดยจัดบรรยากาศให้ได้คิดวิพากษ์วิจารณ์และคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ให้คาดคะเน ทำนาย พยากรณ์ และคาดการณ์เกี่ยวกับอารมณ์ของผู้อื่น บรรยายภาค ปฏิบัติการของเพื่อน ผลการปฏิบัติการทดลอง และเหตุการณ์ตอนจบของเรื่องราวต่าง ๆ

3. การสอนกับการคิด (Teaching with Thoughtfulness) โดยนอกจากจะจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการคิดแล้ว ต้องให้นักเรียนร่วมกันคิดให้เป็นหนึ่งเดียว เป็นการบูรณาการ กิจกรรมและประสบการณ์ เช่น ช่วยกันทำแผนที่ความคิด ต่อจิ๊กซอว์ความคิด

4. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thoughtfulness) โดยครูต้องให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดและอภิปราย เพื่อแปลความหมายจากการเรียนรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การถ่ายโอนและการนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปแนวทางพื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด จากการประชุมของนักการศึกษาทั่วโลกที่รัฐวิสคอนซินปี ค.ศ.1984 คือ

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลาคิดหาคำตอบ ทำความกระจ่างกับแนวคำตอบของตน และตั้งคำถามเพื่อ ตรวจสอบตนเอง

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เน้นการฝึกทักษะการคิดให้นักเรียนโดยตรงที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาโดยใช้ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เน้นที่การใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร และสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ ซึ่ง เรียกว่าอภิปัญญา

4. การสอนการคิดเพื่อให้เกิดเกี่ยวกับการคิด (Teaching of Thinking, for Thinking about Thinking) เป็นการผสมผสาน 3 แบบแรกเข้าด้วยกัน

3.2.6 การจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนอภิปัญญา

โฟการ์ตี (Forgarty. 2000 : 3-286) ได้เสนอกิจกรรมการสะท้อนอภิปัญญา โดยการให้ประสบการณ์อภิปัญญา เป็นยุทธศาสตร์ด้านการวางแผน ด้านการกำกับติดตาม และด้านการประเมินผล ส่วนละ 10 ยุทธศาสตร์ รวม 30 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

1) ยุทธศาสตร์การวางแผน (Planning strategies)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 นำทางด้วยความคิด เป็นการนำประโยคที่เป็นความรู้สึกมากกระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองในทันที ด้วยการพูด การเขียน หรือการออกแบบ เปรียบได้กับเซลล์ต้นแบบของพืชที่จะเจริญงอกงามออกดอกออกผลต่อไป อาจทำได้โดยครูเสนอต้นแบบบนกระดานดำ ให้นักเรียนโต้ตอบด้วยการพูดหรือเขียน แล้วแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มย่อย ตัวอย่างของคำพูดต้นแบบเช่น ฉันประหลาดใจว่าทำไมน้ำจึงเค็ม ฉันประหลาดใจว่าทำไมฝนจึงตกลงมาจากท้องฟ้า ฉันประหลาดใจว่าทำไมน้ำจึงเปียกชื้น ควรใช้เมื่อเริ่มต้นบทเรียนหรือใช้ช่วงใดช่วงหนึ่ง ก่อนจะให้ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหรือข้อมูล ตั้งคำถามกระตุ้นความคิด เตือนให้นักเรียนค้นหาคำตอบในเนื้อหา เช่น สิ่งหนึ่งที่ครูรู้เกี่ยวกับปลาว่าพคือเป็นสัตว์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ ครูประหลาดใจว่ามีสัตว์อะไรอีกที่ใกล้จะสูญพันธุ์ สิ่งนี้ทำให้ครูคิดถึงตอนที่เราไปที่พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ มัคคุเทศก์บอกว่ามีสัตว์มากมายหลายชนิดที่ใกล้จะสูญพันธุ์ คำพูดที่ได้ยินมาก่อนคือคำว่า “สูญพันธุ์” แล้วพวกเราจะช่วยกันอนุรักษ์ได้อย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 2 บันทึกการเรียนรู้ เป็นสิ่งง่ายที่นักเรียนสามารถทำได้ในทันที เป็นสิ่งช่วยในการอภิปราย โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกส่วนตัว แสดงความรู้สึกและความเห็นจากสิ่งที่ครูมอบหมายให้ไปอ่านที่บ้าน นักเรียนจะได้ตั้งเป้าหมายในการปฏิบัติ แสดงความรู้สึกในการปฏิบัติ รวมทั้งแสดงความเห็นจากประสบการณ์นั้น ทำให้นักเรียนสร้างรูปแบบการเรียนรู้และการถ่ายโอนความรู้เป็นของตนเองได้ การบันทึกเป็นประจำจะสร้างแรงบันดาลใจให้เรียนรู้เพิ่มเติมได้มาก อาจให้สะท้อนความคิดสิ่งที่บันทึกในห้องเรียน เช่น พยากรณ์ได้ว่าอย่างไร มีความคิดเกี่ยวกับสิ่งนี้อย่างไร มีความประหลาดใจเกี่ยวกับสิ่งนี้อย่างไร คำถามที่ฉันมีดังนี้ ถ้าเป็นอย่างนั้นจะเป็นอย่างไร สิ่งนี้เปรียบได้กับสิ่งใด ภาพที่ฉันมีต่อสิ่งนี้คือสิ่งต่อไปนี้ โจทย์การบ้านที่ทำให้ฉันสงสัยคือสิ่งต่อไปนี้ วิธีการที่ฉันจะแก้ปัญหาคือต้องทำดังต่อไปนี้ ยุทธศาสตร์นี้เรียกว่าอะไร สิ่งสำคัญเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ที่ต้องจำคืออะไร ควรให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ก่อนเริ่มต้นบทเรียนทุกเรื่อง เช่น ให้นักเรียนบันทึกก่อนการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์เป็นการบ้าน โดยตั้งประเด็นดังนี้ ปัญหาการบ้านมีอะไรที่ทำให้งงงวยบ้าง มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร และฉันเลือกใช้ยุทธศาสตร์นี้เพราะเหตุใด

ยุทธศาสตร์ที่ 3 จินตนาการ เป็นระบบการคิดที่พิเศษ เป็นการค้นหาและปรับปรุงความคิด สามารถจำความคิดได้ สร้างจินตนาการต่อเติมได้ และสร้างความคิดใหม่ได้ เช่น ให้นักเรียนพยายามจินตนาการต่อไปนี้

1. ประตูจะเปิดเข้าสู่ห้องนอนหรือไปสู่ห้องโถง
2. ลินคอล์นเผชิญหน้ากับเงินด้วยวิธีใด
3. แถบของม้าลายเป็นไปตามยาวหรือตามขวาง
4. อะไรที่อยู่บนชั้นสูงสุดในตู้เย็น
5. เมื่ออ่านนิยายจบแล้ว จินตนาการถึงรายละเอียดของตัวละคร

ทั้งท่าทาง ไบหน้า สีผิว ลักษณะเด่น เสื้อผ้า และบุคลิกอื่น ๆ

ควรให้จินตนาการจากสิ่งง่าย ๆ และใช้เวลาสั้น ๆ ก่อน เช่น จากคำศัพท์ แล้วให้เขียนแผนที่ความคิด เขียนกราฟ เขียนแผนผัง ใช้เทคนิคนี้กับการสอนวิทยาศาสตร์ สังคม ภาษา และศิลปะ เช่น ในโปรแกรมเพื่อสุขภาพ ให้นักเรียนจินตนาการสิ่งที่ต้องการครึ่งภาคเรียน 1 ภาคเรียน และ 1 ปี วาดภาพตนเองตามที่จินตนาการ พร้อมทั้งบรรยายความคิดลงไปด้วยว่าจะปฏิบัติต่อตนเองอย่างไร หลังจากที่เป็นไปตามจินตนาการแล้ว มีอะไรที่ดูดีขึ้นกว่าเดิม และรู้สึกอย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ลึกลับ ตรง ไม่อ่อนหวาน แต่เป็นสิ่งง่าย ๆ ต้องการเพียงคำตอบสั้น ๆ เช่น คำถามกว้าง : สิ่งนี้ทำให้คุณบางสิ่งบางอย่างที่คุณรู้แล้วอย่างไร ทำไมสิ่งนี้จึงเป็นความคิดที่ดี ถ้าคุณใช้ความคิดนี้ในวันพรุ่งนี้ แล้วจะเป็นอย่างไร คุณจะจัดการกับข้อมูลนี้อย่างไร คำถามแคบ : สิ่งนี้ทำให้คุณนึกถึงอะไร คุณคิดว่า สิ่งนี้เป็นความคิดที่ดีใช่ไหม คุณสามารถใช้ความคิดนี้ได้หรือไม่ คุณจะจัดการกับข้อมูลนี้ ต่างออกไปจากนี้ได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการศึกษาที่สำคัญคือการคิดระดับสูงซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากการให้นักเรียนทำกิจกรรมด้านการคิดระดับสูง ได้แก่การรวบรวม การปฏิบัติตามขั้นตอน การประยุกต์ การเปรียบเทียบ การให้เหตุผล การจัดประเภท การจินตนาการ การพยากรณ์ และการอธิบายประกอบภาพ อาจให้นักเรียนฝึกสร้างคำถามทั้งสองแบบ เขียนเปรียบเทียบบนชาร์ต แล้วร่วมกันตอบ แล้วครูวิเคราะห์ว่า 1. แต่ละคนตอบคำถามกว้างอย่างไร 2. แต่ละคนตอบคำถามแคบอย่างไร 3. นักเรียนรู้เกี่ยวกับผู้ตอบคำถามมากที่สุดเมื่อใด เมื่อตอบคำถามกว้างหรือตอบคำถามแคบ 4. ถ้านักเรียนต้องเขียนคำถามเพื่อการสัมภาษณ์ คำถามแบบไหน ที่จะทำให้นักเรียนได้ข้อมูลมากที่สุด

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การพยากรณ์ การพยากรณ์ที่ทำได้ตลอดเวลาได้แก่การคาดหวัง การตั้งสมมติฐาน การประมาณ การอนุมาน การคาดเดาจากข้อมูลที่มี และการคาดคะเน นักเรียนสามารถฝึกการพยากรณ์โดยให้มีพื้นฐานข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้ ให้แสดงความรู้สึกว่ามีความน่าจะเป็น และสามารถเป็นไปได้ และทำให้นักเรียนทายเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ให้เรียนพยากรณ์ผลลัพธ์จากปฏิบัติการทดลองพยากรณ์ทักษะที่จะเกิดขึ้นหลังเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์

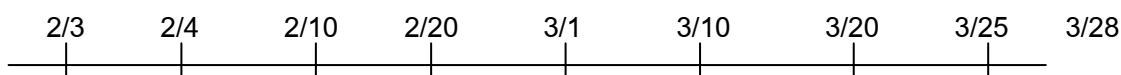
ของสิ่งที่พยากรณ์กับเป้าหมาย โดยให้พยากรณ์ เหตุการณ์ พยากรณ์ก่อนไปทัศนศึกษา พยากรณ์ผลการทดลอง พยากรณ์หลังดู วิดีทัศน์หรือเทปเสียง หรือ ให้นักเรียนดูเรื่องราวเกมโชว์ในวิดีโอ แล้วหยุดให้นักเรียนพยากรณ์เรื่องราวเป็นช่วงๆ อภิปรายสิ่งที่พยากรณ์แล้วดูเรื่องราวต่อไป

ยุทธศาสตร์ที่ 6 สร้างข้อวินิจฉัย เป็นเส้นทางที่นักเรียนนำผลจากการสังเกตมาเป็นข้อสรุป เช่น มีกรอบภาพ 3 กรอบต่อเนื่องกัน ด้านซ้ายและขวาวางเปล่า ตรงกลางมีภาพ ให้สังเกตจากภาพกลางว่าเกิดอะไรขึ้นตามภาพซ้ายมือและขวามือ เพราะเหตุใด อภิปรายแล้วให้วาดภาพ เป็นการฝึกทักษะการเชื่อมโยงเหตุการณ์ โดยเขียนเหตุการณ์เริ่มต้น และเหตุการณ์ท้ายสุด แล้วเว้นตรงกลางให้นักเรียนวินิจฉัยเองว่าเหตุการณ์เป็นอย่างไร เช่น สร้างภาพรอยเท้าสัตว์ 2 ชนิดใน 3 เฟรม ให้นักเรียนสังเกตข้อมูลแล้วสะท้อนความคิด หาเหตุผลสนับสนุน และอภิปรายจนได้ข้อวินิจฉัย ทักษะที่ได้ทั้งการสังเกต การคิดแก้ปัญหา และการคิดตัดสินใจ สามารถใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียนในสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ทั่วไป

ยุทธศาสตร์ที่ 7 จัดเป้าหมาย เป็นการฝึกการกำหนดการตกลงใจและการตัดสินใจ โดยการตรึงตรองอย่างรอบคอบ เช่น วางแผนการเดินทาง วางแผนซื้อสินค้า อาจกำหนดเป้าหมายระยะสั้นหรือระยะยาว เป็นการฝึกความสามารถ ความเชื่อมั่น และ สิ่งที่นักเรียนทำได้ การกำหนดเป้าหมายเป็นการพัฒนาความเป็นผู้นำ จากการดำเนินชีวิตจริง และฝึกการควบคุมติดตามตนเอง เช่น ให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายทั้งระยะสั้นและระยะยาว เขียนบันทึกไว้ แล้วพยายามนำไปใช้ เมื่อภาระงานเสร็จให้ตอบคำถามว่า วางแผนอย่างไร รายงานความก้าวหน้าในที่ประชุม และเขียน รายงานเก็บเข้าแฟ้ม โดยเริ่มจากกำหนดเป้าหมายเล็ก ๆ ทุกวัน ติดตามควบคุม ปรับปรุงกระบวนการวางแผน แล้วค่อย ๆ เพิ่มเป็นเป้าหมายที่สำคัญ ระยะยาวเป็นสัปดาห์ เป็นเดือน และเป็นภาคเรียน โดยทำเป็นโครงการทั้งในและนอกห้องเรียน แล้วอภิปรายเป้าหมายที่สำคัญว่าจะช่วยพัฒนาความสามารถอะไร บันทึกเป้าหมายที่ต้องการมาก แล้วสะท้อนความคิดแนวทางไปสู่เป้าหมายนั้น ด้วยคำถาม

1. ฉันจะไปสู่ผลสัมฤทธิ์ในเป้าหมายนี้ได้อย่างไร
2. เมื่อเราสนุกกับผลสัมฤทธิ์เราได้รับผลประโยชน์อะไร
3. ฉันมีความรู้สึกอย่างไรเมื่อประสบผลสำเร็จ
4. ฉันรู้สึกอย่างไรหากล้มเหลว

ยุทธศาสตร์ที่ 8 แผนการปฏิบัติงาน เป็นการวางแผนที่มีการตรวจสอบได้ตลอดเวลา ดังตัวอย่าง มาตรฐานการทำงานวิจัย



เลือกหัวข้อ คำนคว้า ทำโครงร่าง บันทึกลงบัตร คำโครง ตรวจแก้ไข คำโครงสุดท้าย
บรรณานุกรมแล้วจัดประเภทตามตารางดังนี้

หัวข้อเรื่องที่เลือก	ความไม่ยืดหยุ่น	ความยืดหยุ่น	เหตุผลสำคัญ
----------------------	-----------------	--------------	-------------

เป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าในทุกๆ วัน ทำได้ทั้งในและนอก
ห้องเรียน ทั้งโครงการเล็กที่เสร็จในวันเดียว 1 สัปดาห์ หรือระยะยาว ทำเป็นกลุ่มเล็กหรือ
รายบุคคลก็ได้ อาจให้วางแผนการเดินทาง โดยทำแผนที่ความคิด และสร้างเกณฑ์มาตรฐานไว้
ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนเริ่มจากระดมสมองหารายการ สถานที่ อภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือก
อธิบายเหตุผลในการเลือก อาจใช้การโหวตร่วมด้วยก็ได้ อธิบายวิธีการที่จะทำให้แผนงานสำเร็จ
จัดประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูล ตรวจสอบทั้งข้อมูลและกระบวนการ อภิปรายทั้งแง่บวกแง่ลบ

ยุทธศาสตร์ที่ 9 คิดแบบกระดานหก เป็นการวางแผน ควบคุม ติดตาม
และตรวจสอบ ความก้าวหน้าของโครงการ และการแก้ปัญหาของปรากฏการณ์ ด้วยการสะท้อน
ความคิดที่เป็นไปได้ด้วยคำถาม เช่น

1. ถ้าฉันได้งานอีกอย่างหนึ่ง แล้วจะเป็นอย่างไร ใช่ แล้ว แต่ถ้าคุณ
ต้องทำงานล่วงเวลา แล้วจะเป็นอย่างไร
2. ถ้าฉันตัดสินใจซื้อรถยนต์ใหม่ แล้วจะเป็นอย่างไร ใช่แล้ว ถ้าคุณ
ไม่สามารถขายคันเก่าได้ แล้วจะเป็นอย่างไร

กิจกรรมนี้เหมาะสำหรับโครงการทางวิทยาศาสตร์ ต้องวางแผนอย่าง
ระมัดระวังก่อนเกิดปรากฏการณ์ บูรณาการกระบวนการกับความคิด และตัดสินใจโดยคำนึงถึง
ผลกระทบรอบด้าน เป็นแบบจำลองการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองทาง
ความคิดในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนค้นหา แก้ไข และปรับปรุงดัดแปลงกระบวนการได้โดยง่าย

ยุทธศาสตร์ที่ 10 รู้อะไร ต้องการรู้อะไร ได้เรียนรู้อะไร (Knowned,
Wanted, Learned : KWL) เป็นการสร้างตารางวางแผนและประเมินตนเองดังตัวอย่าง

รู้อะไร(K)	ต้องการรู้อะไร (W)	ได้เรียนรู้อะไร (L)
มันมีชีวิต มันต้องการน้ำ มันหายใจเอาออกซิเจนออก และเอาคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไป	อันไหนมีพิษ เห็นเป็นพืชหรือไม่ ไดโนเสาร์ชอบพืชชนิดไหน	

2) ยุทธศาสตร์การควบคุมติดตาม (Monitoring strategies)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 คิดออกเสียง เป็นการพูดอธิบายความคิด ใช้สถานการณ์จากชีวิตจริง ให้นักเรียนจับคู่กันเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนสามารถค้นหาสิ่งที่ตนคิดและพูดออกมา จะเกิดการพัฒนาสติปัญญา เช่น ให้นักเรียนคิดตามโจทย์ปัญหาบนกระดานดำ พูดออกมา บันทึกย่อไว้ หรือคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติการณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือคิดหาวิธีทำเครื่องบินกระดาษ แล้วพูดออกมา เช่น ทำอะไร ทำไมจึงทำ ทำอย่างไร ปรับปรุงอย่างไร ควรใช้เมื่อคิดออกแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ วิพากษ์วิจารณ์ ปรับปรุงแก้ไขเปลี่ยนแปลงประโยคในวิชาภาษาตามที่คณะกรรมการเขียน ทำความเข้าใจในการอ่าน และแก้ปัญหาในโปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ หรืออาจให้อธิบายการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าต่างๆ อย่างใคร่ครวญข้อมูลรอบด้าน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 จัดประเภทพฤติกรรม เป็นการทำเครื่องหมายและจัดประเภทเพื่อให้จดจำได้ง่าย กิจกรรมได้แก่ การทำนาย การจัดกลุ่ม การเปรียบเทียบ และการตัดสินใจลงความเห็น แล้วพูดออกมาตามที่คิดให้สมาชิกในกลุ่มฟังความคิดเป็นสิ่งที่ฝังตรึงได้ด้วยภาษา ถ้าถูกต้องให้ติดตามให้นิยามและจัดประเภท จะทำให้เกิดทักษะการอุปมา(สรูป) การลงความเห็น และการตกลงใจ ครูสามารถใช้ทักษะการคิด ทักษะทางสังคม การจัดการภาพลายเส้น หรือความสามารถทางสติปัญญาอื่น ๆ ของนักเรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้โดยการจัดประเภทได้ โดยเริ่มจากปรับคำพูดให้เหมาะสม จัดประเภท แล้วอภิปราย เช่น วัฏจักรของน้ำ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมดังนี้

1. บอกประสบการณ์ส่วนตัว จัดประเภทความคิดให้คนอื่นยอมรับ
2. ให้คำนิยามการระเหยและผลกระทบบ จัดประเภท แล้วสรูป
3. สร้างแผนผังบนบอร์ด แสดงฝน พืช และต้นกำเนิดน้ำ จัดประเภทความคิด จินตนาการ และแสดงสิ่งที่มองเห็นได้
4. สร้างเสียง แล้วจัดประเภทตามเสียงเสียงดนตรี และจังหวะ
5. ทำงานกลุ่มย่อยจนได้ข้อตกลง และจัดประเภททักษะทางสังคมตามความเห็นร่วมกัน

กิจกรรมนี้ทำทั้งก่อนและหลังการอ่าน การดูวีดิทัศน์ บทบาทสมมติ นับเป็นกิจกรรมเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนฝึกยุทธศาสตร์การจัดประเภท โดยกิจกรรมบทบาทสมมติ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการลงความเห็นให้เป็นที่ยอมรับ การพยากรณ์ การจัดกลุ่ม การประเมินผล การอนุมานหรือสรูป การประดิษฐ์ และการแก้ปัญหา

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเรียกคืนความจำ เป็นกิจกรรมที่สนับสนุนการจำ ได้แก่ การค้นหา และการตรวจอย่างละเอียดด้วยคำถาม คุณออกไปที่ไหน มีอะไรเข้ามา มีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนจะอภิปรายแล้วบันทึกคำตอบไว้ เหมาะสำหรับการปรับปรุงทักษะการอ่าน ได้แก่ การอ่านกวาดสายตารวดเร็ว การบันทึก และการ

สะท้อนความคิด เมื่อไม่เข้าใจสิ่งใดจะเกิดความตระหนักว่ายังไม่รู้ เมื่อนักเรียนเกิดความตระหนักแล้วจะเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความคิดกับข้อมูลได้โดยใช้แผนที่ความคิด เริ่มจากนักเรียนอ่านแบบกวาดสายตารวดเร็ว เมื่อไม่เข้าใจสิ่งใดก็กลับไปอ่านซ้ำอีก แล้วสะท้อนความคิดออกมา ถ้าเป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้ย้อนกลับไปดูข้อมูลอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ครูอาจมอบหมายให้ทำกิจกรรมนี้ในระยะยาว หรือทำเป็นโครงการ หรือทำตามช่วงเวลา ที่นักเรียนเห็นว่าเหมาะสม เช่น ให้นักเรียนอธิบายประกอบภาพที่ช่วยให้เข้าใจความหมายของศัพท์ แล้วจดบันทึก หรือให้สะท้อนความคิดจากการอ่านดังนี้

1. นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เพิ่งจะอ่านจบไปอย่างถ่องแท้หรือไม่
2. พบสิ่งใดบ้างที่สับสน
3. สามารถสรุปให้เหลือ 5-6 ประโยค ได้หรือไม่
4. สารสำคัญของสิ่งที่กำลังอ่านคืออะไร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 บันทึกเทป แถบบันทึกเสียง และวีดิทัศน์ เป็นที่นิยมและมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน เพราะสามารถเรียนรู้ซ้ำได้ ครูสามารถเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการมาให้นักเรียนเรียนรู้ได้ นักเรียนสามารถใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ เพราะสามารถย้อนกลับไปดูได้ในทันที และสามารถสะท้อนความคิดได้อย่างชัดเจนกิจกรรมนี้สนับสนุนการเรียนสนทนาภาษาในกลุ่มย่อย นักเรียนจะแลกเปลี่ยนประสบการณ์และประเมินผลกันเอง ในการปฏิบัติการทดลองนักเรียนจะตั้งคำถามและเสนอความเห็นเพิ่มเติมได้ดี หรือใช้ก่อนกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ เป็นการนำทางไปสู่เนื้อหา หลังจากดูวีดิทัศน์แล้ว นักเรียนจะระดมสมองแล้วตอบคำถามว่าในการระดมสมอง เราทำอะไรได้ดี ครั้งต่อไปเราอาจจะทำอะไรที่แตกต่าง อาจใช้วีดิทัศน์กระตุ้นการคิดทำโครงการ และกระตุ้นให้คิดก่อนปฏิบัติการทดลอง ใช้อธิบายปัญหาบางอย่างแล้วสะท้อนความคิด พร้อมตอบคำถาม

1. การย้อนกลับไปดูทันทีทันใดเป็นการช่วยหรือเป็นอุปสรรคขัดขวางอย่างไร
2. นักเรียนต้องที่จะนำมาใช้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. นักเรียนคิดว่าวิธีการนี้จะมีประโยชน์ที่ไหนอีก

ยุทธศาสตร์ที่ 5 บันทึกย่อ เป็นการขยายการเขียนเพื่อเตือนความจำ เป็นการฝึกให้ความเห็น และให้รายละเอียดของเหตุการณ์ ผู้เขียนทำหน้าที่คล้ายบรรณาธิการ ฝึกคัดกรองข้อมูลและการเรียงลำดับเทคนิคการบันทึกช่วยจำเป็นการวิเคราะห์ เชิงคุณภาพ เป็นการสนับสนุนการติดตามควบคุมและจัดการกับตนเอง เป็นการวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลอย่างพินิจพิจารณา พร้อมทั้งหาความเชื่อมโยงของเหตุการณ์ สิ่งที่ทำตามลำดับคือ การอ่านบันทึกที่ร่างไว้ ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แล้วบันทึกจริง ครูอาจแสดงวิธีการบันทึกผลการปฏิบัติการ แล้วอ่านทั้งหมด ครบบันทึกไว้ หรือสาริต นักเรียนจะเห็นแนวทางการบันทึกความจำ หลังจากบทเรียนแห่งความตระหนักโดยย่อ นักเรียนจะสามารถบันทึกช่วยจำในทุกปฏิบัติการ

ทดลองได้ อาจให้ออกมารายงาน และเขียนชาร์ท ทำให้นักเรียนมีความคิดลึกซึ้งหลายแง่มุมและมีแนวทางในการเรียนรู้ต่อไป บันทึกช่วยจำเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การพิจารณาวัตถุประสงค์การทำงานและส่งเสริมการสังเกต ซึ่งช่วยให้การถ่ายโอนเป็นไปอย่างมีความหมาย ใช้เมื่อต้องการบันทึกการสังเกตระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่ง จึงต้องให้หยุดและคิดที่กำลังทำอะไร และกำลังเรียนอะไร เป็นการแทรกโดยเจตนาในการทำให้เป็นที่ยอมรับ และขยายความเป็นทักกะที่ได้รับมาจากกระบวนการถ่ายโอน อาจส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคนิคบันทึกช่วยจำเมื่อดูภาพยนตร์ในห้องเรียน โดยหยุดให้คิดและบันทึกความคิดเห็น แล้วอภิปราย เพื่อพิจารณาบททวน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 สร้างร่องรอย เป็นยุทธศาสตร์ที่ออกแบบมาช่วยความจำประกอบด้วย การระบุปัญหา การพัฒนาทางเลือก การปฏิบัติการแก้ปัญหา และการวัดผลลัพธ์ นักเรียนต้องข้อมูลที่ดีที่สุด แสดงความรู้ที่มีความเป็นไปได้และมีความน่าจะเป็นในการค้นหาเพื่อให้ได้ความคิด และท้าทายนักเรียนโดยการทำนายสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วหรือพยากรณ์ อาจใช้เพื่อประเมินนักเรียน พัฒนาการะงานด้านการสร้างความคิดรวบยอด มีขั้นตอนคือ การเขียนร่าง ปรับปรุงแก้ไขร่าง ยืนยันโดยบทวิจารณ์จากภายนอก ทดสอบด้วยการอ่านเสียงดัง และเผยแพร่ อาจใช้ในชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่งของบทเรียน

ยุทธศาสตร์ที่ 7 ทำทันทีทันใด เป็นแผนบอกรบที่ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายสามารถปฏิบัติตามโดยทันที ใช้ในการแสดงละคร โดยให้นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันเขียนบทให้กลุ่มอื่นเลือกบทที่จะแสดงตามกำหนดเวลาสั้นๆ หรือ ใช้สอนการจัดประเภทและการเรียงลำดับคำศัพท์ และใช้สอนเพื่อการถ่ายโอนและการประยุกต์ความรู้ไปใช้ โดยให้นักเรียนคิดเหตุการณ์และสร้างบทด้วยภาษาง่าย ๆ อาจใช้สอนบทสนทนาภาษา สอนด้านความตระหนักต่อสิ่งต่าง ๆ โดยครูอ่านเรื่องราวให้ฟัง ให้นักเรียนช่วยกันสรุป แล้วแต่ละกลุ่ม สร้างบทในแผ่นกระดาษให้เพื่อนร่วมกันแสดงในทันที แล้วอภิปรายร่วมกัน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พุดสองทาง ทำได้โดยครูพบพ่อแม่นักเรียนที่ละครอบครัว เพื่อแลกเปลี่ยนความก้าวหน้าของนักเรียน โดยอาศัยแฟ้มสะสมงานประกอบ แล้วนำข้อมูลมาจัดกิจกรรมการประชุมในห้องเรียน กิจกรรมนี้เป็นการได้ข้อมูลละเอียดชัดเจนและนำมาออกแบบกิจกรรมได้โดยง่ายและตรงตามลักษณะของนักเรียน เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมากำหนดกิจกรรมบทบาทสมมติ การประชุมที่เน้นการวิพากษ์วิจารณ์ได้แก่ ให้เลือกปฏิบัติ กำหนดเวลาและจัดเตรียมสถานที่ เตรียมการจัดประชุม ให้ตอบสนองอย่างเหมาะสม และกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการ ใช้เมื่อนักเรียนต้องการรู้ทุกสิ่งทุกอย่างด้วยพวกเขาเอง และต้องการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

ยุทธศาสตร์ที่ 9 พุดถ่ายโอน เป็นการส่งข่าวสารเกี่ยวกับความคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ ได้แก่ เป้าหมายของการเรียนรู้ และการใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ เช่น เรียนรู้ดนตรีเพื่อนำไปใช้พัฒนาภาษา เรียนรู้ภาษาต่างประเทศเพื่อประโยชน์ในการเดินทาง

ท่องเที่ยว สามารถถ่ายโอนไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ การถ่ายโอนเป็นความคิดรวบยอดจากใกล้ไปสู่ไกล จากนามธรรมไปสู่รูปธรรม ครูสามารถฝึกเทคนิคการถ่ายโอนให้นักเรียนได้โดยใช้บทสนทนา นักเรียนจะถ่ายโอนความคิดด้วยการนำไปใช้ ครูอาจใช้คำถามต่อไปนี้

1. คุณอาจจะนำไปใช้อย่างไร
2. คุณเคยใช้มาตั้งแต่เมื่อไร
3. คุณสามารถอธิบายการนำไปใช้ใหม่ได้อย่างไร
4. ทำไมคุณจึงเรียนรู้มันขณะนี้
5. ความคิดนี้สอดคล้องกันอย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 10 บันทึกการสังเกต การสังเกตเป็นการประเมินผล แต่บางครั้งก็เป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมติดตามตนเอง โดยให้นักเรียนบันทึกการสังเกตสิ่งต่างๆ เช่น บันทึกการสังเกตจากการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่บันทึกได้แก่ ความเป็นจริง สิ่งที่สามารถสังเกตได้ คุณเห็นอะไรบ้าง เสียงที่ได้ยิน สิ่งที่ได้สัมผัส กลิ่น และรส การสังเกตเป็นการบูรณาการการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปรียบเทียบจินตนาการกับประสาทสัมผัสเมื่อสังเกตแล้วบันทึก ให้ความเห็นเพิ่มเติม อภิปรายและมีปฏิริยาโต้ตอบ ค้นหาความโดดเด่น และลงข้อสรุป เป็นการพัฒนาความเข้าใจ และการปรับปรุงด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี เช่น ให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต จากวีดิทัศน์ หรือจากปรากฏการณ์

3) ยุทธศาสตร์การประเมินผล (Evaluating strategies)

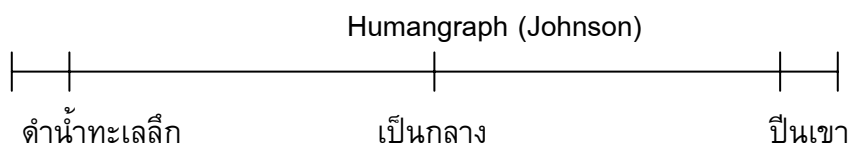
ยุทธศาสตร์ที่ 1 บวก ลบ นำสนใจ เป็นยุทธศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินผล ประเด็นความคิดครบทุกด้านด้วยตนเอง ประกอบด้วยการสร้างผลลัพธ์เชิงบวกของการเรียนรู้แล้วพูดออกมา จากนั้นร่างผลลัพธ์ไปทางด้านลบที่เป็นอุปสรรค แล้วรวบรวมความคิดที่น่าสนใจ เป็นการสำรวจจากทุกแง่มุมแล้วประเมินภาพรวม เช่น ท่องเที่ยวสวนสัตว์ งูตัวใหญ่ สิ่งที่ดีที่สุดคือตอนที่ข้างนอนลง อาหารกลางวัน กลิ่นเหม็น เมื่อกลุ่มหนึ่งไม่ทันรถประจำทาง เสียงที่ตลกขบขันของลิงบาบูน รองเท้าแตะของครูขาดแล้วเดินเท้าเปล่า

เป็นการประเมินผลที่ง่าย ชัดเจน รวดเร็ว มุ่งที่การมองอย่างสมบูรณ์ทุกด้าน จะใช่ง่ายที่สุดในบทเรียนที่ไม่มีเนื้อหา ให้นักเรียนคิดในแง่บวก ลบ และนำสนใจ ดัดแปลงได้ตามสถานการณ์ในห้องเรียน โดยอภิปรายในกลุ่มย่อยหรือเขียนชาร์ทโดยนักเรียนทั้งชั้น อาจนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้ร่างรายงานการปฏิบัติการทดลอง

ยุทธศาสตร์ 2 เลือกจุดยืน ทำได้โดยครูสร้างกราฟแทนสถานการณ์ต่างๆ แล้วให้นักเรียนเลือกตำแหน่งของตนเอง สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้เมื่อข้อมูลเปลี่ยนไป เป็นการสะท้อนความคิด และดูความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนได้แก่ นักเรียนตัดสินใจได้เร็วขนาดไหน นักเรียนเคลื่อนที่ไปไกลจากเดิมขนาดไหน นักเรียนเปลี่ยนความคิดบ่อยขนาดไหน นักเรียนตัดสินใจได้อย่างไร นักเรียนมีปฏิริยาต่อตำแหน่งของกลุ่มน้อยหรือกลุ่มใหญ่อย่างไร นักเรียนสะท้อนเจตคติและทางเลือกของตนเองอย่างไร เป็นการฝึกหัดการ

ตัดสินใจและประเมินผลตนเอง ด้วยการหาเหตุผลมาสนับสนุนในการเลือกตำแหน่งและเปลี่ยนตำแหน่ง เช่น คุณอยากเป็นนักโตเขาหรือนักดำน้ำ ให้เลือกแล้วให้เหตุผล

ต่อมาให้ข้อมูลเพิ่มเติมแล้วให้พิจารณาเปลี่ยนตำแหน่ง พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจ



เมื่อนักเรียนเริ่มตระหนักไม่เพียงแต่ความคิดเห็นของตนเองว่าคืออะไร แต่ตระหนักว่าพัฒนาอย่างไรและทำไมอีกด้วย

นักเรียนจะให้เหตุผลที่เลือกตำแหน่ง และอธิบายว่า การตัดสินใจยากง่ายเพียงใด รู้สึกอย่างไรเมื่อไปยืนตรงนั้นเพียง 2 คน ทำไมจึงเปลี่ยนตำแหน่งหลังจากวิพากษ์วิจารณ์ แล้วให้เสนอแนะจำแนกความคิดจากกราฟหรือยุดิข้อโต้แย้ง และรายงานความก้าวหน้าของตนเองต่อผู้ปกครอง

ยุทธศาสตร์ 3 คำถามประเมินผล เป็นการสะท้อนเหตุผลด้วยคำถาม เพื่อให้นักเรียนย้อนกลับไปคิดในสิ่งที่เพิ่งจะทำเสร็จสิ้นสิ่งที่นักเรียนถามตนเอง ได้แก่

1. อะไรคือวัตถุประสงค์
2. อะไรที่มีความแข็งแรง
3. อะไรที่ยังอ่อน
4. อะไรอื่นอีกที่ต้องการ

ต่อไปนี้เป็นคำถามที่พัฒนาขึ้นใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองชีววิทยาเรื่องกล้องจุลทรรศน์

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. อะไรที่กำลังพยายามทำ | ลงความเห็นและเลื่อนสไลด์ 5 แผ่น เพื่อให้จดจำและวิเคราะห์ต่อไป |
| 2. อะไรที่เคยทำได้ดี | แผนภูมิที่ชัดเจนและถูกต้อง |
| 3. อะไรที่จะทำแตกต่างจากเดิม | อ่านหนังสือมาก่อนจึงรู้ว่าต้องการอะไร |
| 4. ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่ | ต้องการปรับกล้องด้วยการใช้หลายสไลด์ |

จากคำถามดังกล่าวทำให้นักเรียนปรับปรุงกิจกรรมด้วยตนเองได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยตนเอง และสะท้อนเหตุผลออกมา คำถามที่ใช้ควรเน้นที่การประเมินผลระดับสูง และง่ายต่อการย้อนกลับมาถามใหม่ เป็นการให้นักเรียนสะท้อนความคิดการวิเคราะห์สาเหตุ และการประเมินผล รวมทั้งสนับสนุนการถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นอย่างดี

ยุทธศาสตร์ 4 แฟ้มสะสมงาน เป็นการเขียนแผนพับเพื่อสนับสนุนการวัดการพัฒนาของนักเรียนโดยใช้แฟ้มรูปภาพ เป็นการปรับปรุงการประเมินผลด้วยตนเองของ

นักเรียนด้วยการรวบรวม การคัดเลือก และการประเมินผล โดยมีการสะท้อนความคิดออกมา ด้วยรายละเอียดการบันทึกรายการ ได้แก่ วันที่ รายการ และข้อคิดเห็นที่เป็นความตระหนักในตนเอง เป็นการประเมินผลที่เห็นได้อย่างชัดเจน เป็นการควบคุมความตระหนักในตนเอง มีกิจกรรมวิเคราะห์ เลือกลง และเรียงลำดับ โดยการใคร่ครวญอย่างรอบคอบ

ยุทธศาสตร์ 5 เชื่อมโยงความคิดหลัก เป็นยุทธศาสตร์ที่ช่วยเหลือการประเมินด้วยตนเองและถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยใช้คำถาม

1. ความคิดหลักใหม่คืออะไร
2. เชื่อมโยงกับความคิดหลักอื่นอย่างไร
3. สามารถใช้ประโยชน์จากความคิดหลักอย่างไร

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้จะได้ประเมินความเข้าใจ และสังเคราะห์ข้อมูลไปสู่ความคิดหลักแล้วเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมไปสู่ความคิดหลักอื่นและถ่ายโอนไปสู่ความรู้อื่น เช่นเมื่อนักเรียนเรียนจดจำข้อมูลทางสถิติได้ สังเคราะห์จนสร้างเป็นความคิดหลัก สร้างเป็นภาพได้อย่างถูกต้องเกิดความคิดใหม่ที่เชื่อมโยงกับความคิดเดิม และสามารถถ่ายโอนโดยนำไปใช้อธิบายความคิดอื่นๆ ได้ด้วย

ยุทธศาสตร์ 6 สร้าง ความคิดหลัก ความคิดหลักสามารถแตกสาขาเชื่อมโยงความคิดรวบยอดได้ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเผ่าพันธุ์ เศรษฐศาสตร์ และวัฒนธรรม เป็นการสร้างองค์ความรู้ขึ้นในความคิดด้วยตนเอง โดยกระบวนการดูซึมและกระบวนการปรับขยาย แล้วนำไปใช้ในขอบเขตที่กว้างขวางซับซ้อนขึ้น อาจใช้คำถามปลูกเร้า

1. ความคิดหลักตรงนี้คืออะไร
2. แล้วมันเตือนให้คุณนึกถึงอะไร
3. การเรียนรู้หลักอะไรที่สามารถนำออกมาจากข้อเท็จจริงและ

รายละเอียด

4. การเรียนรู้หลักอะไรที่สามารถเอาออกมาจากบทเรียนมาใช้

ประโยชน์

5. ความคิดหลักอะไรที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วแบบก้าวกระโดด
6. จะเชื่อมโยงความคิดหลักกับสิ่งอื่นที่รู้อยู่แล้วได้อย่างไร

นักเรียนจะเริ่มด้วยตนเองในการสร้างหลักการวิพากษ์วิจารณ์ แปล

ความหมาย และถ่ายโอนการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์ 7 ตรวจสอบตนเอง เป็นการประเมินด้วยตนเองในสิ่งที่กำลังปฏิบัติหรือสิ่งที่จะปฏิบัติ เป็นการสะท้อนความคิดผ่านรายการที่ตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว ด้วยคำว่า ใช่ กับ ไม่ใช่ เช่น

รายการในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	ใช่	ไม่ใช่
1. ทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว		
2. ส่งคืนอุปกรณ์แล้ว		
3. อภิปรายและอ่านร่วมกัน		
4. บันทึกย่อผลการปฏิบัติการแล้ว		
5. ตอบคำถามแล้ว		
6. จัดรายงานเข้าแฟ้มแล้ว		

ยุทธศาสตร์ 8 อะไร แล้วเป็นอย่างไร ตอนนี้อะไร เป็นการรวมสิ่งที่เกี่ยวข้อง ประเมินวัสดุด้วยการสะท้อนการตัดสินใจ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

อะไร	แล้วเป็นอย่างไร	ตอนนี้อะไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 1	ทำไมจึงเห็นว่าสำคัญ	ฉันต้องการและจะใช้มันอย่างไรในอนาคต
สิ่งประดิษฐ์ที่ 2	ทำไมจึงเห็นว่าตรงประเด็น	เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับสิ่งอื่นอย่างไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 3	ทำไมจึงอ่อนแอ	จะดัดแปลงอย่างไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 4	เป็นตัวแทนของอะไร	คนอื่นอาจใช้มันได้อย่างไร

คำถามแรกเป็นการจัดการความคิดหลากหลายที่ต้องการอภิปรายคำถามต่อมาเป็นแนวทางที่ผ่านกระบวนการตอบสนอง คำถามสุดท้ายเป็นการนำไปใช้

ยุทธศาสตร์ 9 บันทึกช่วยจำ เป็นการเล่าเรื่องราวสั้น ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ในแต่ละวัน วิเคราะห์การสะท้อนความคิดใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลได้ เรื่องราวที่เล่าเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะพบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด จะเกิดเหตุการณ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด เป็นความคิดที่อธิบายความหมายโดยการบอก บรรยาย ปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบ และขยายความ ทั้งเขียนและพูด เป็นยุทธศาสตร์การประเมินผล โดยการสะท้อนความคิดที่ไตร่ตรองอย่างรอบคอบแล้วกิจกรรมนี้ทำได้บางบทเรียน โดยแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน หลังดูวีดิทัศน์ หลังการปฏิบัติการทดลอง หลังการทัศนศึกษา ในห้องเรียนศิลปะ และหลังเล่นเกม กิจกรรมนี้เป็นสิ่งกระตุ้นพัฒนาการได้เป็นอย่างดี

ยุทธศาสตร์ 10 บันทึกซ้ำ เป็นการบันทึกซ้ำในบันทึกประจำวัน ประกอบด้วย การสังเกต ความคิดเห็น ความเกี่ยวข้อง ความเชื่อมโยง คำถาม หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น

ความคิดเริ่มต้น	ความคิดหลังเรียน
20 พ.ย. 46 นักเรียนเขียนรายงานไม่ เป็นไปตามกฎ พวกเขาตื่นเต้น ทำได้ เพียงผิวเผิน	24 พ.ย. 46 การตรวจสอบตัวเลือกและพูดคุย กับเด็ก การตัดสินใจมีความคิดมากกว่าสิ่งที่ สงสัยในครั้งแรก พวกเขาเข้าใจประเภทของสิ่งที่ ทำให้พวกเขาสนใจ ฉันจำเป็นต้องจำที่จะนำ ดนตรีมาใช้ในการเรียนรู้

สรุปได้ว่าการสะท้อนอภิปัญญา โดยใช้ยุทธศาสตร์การวางแผนยุทธศาสตร์ การกำกับติดตาม และยุทธศาสตร์การประเมินผล ทั้ง 30 ยุทธศาสตร์ เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนมี โอกาสในการตรวจสอบความคิดของตนเอง ได้กำกับติดตามความคิดของตนเอง และได้ ประเมินผลความคิดของตนเองตลอดเวลา ขณะที่ได้มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคม ด้วย จึงมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้สอดแทรกในการจัดการเรียนการสอน โดยแทรก ในขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ได้ หลังจากเรียนแล้วนักเรียนจะเกิดความรู้ อภิปัญญา ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี ซึ่งสามารถวัดได้โดยวัดเป็นความสามารถในการประเมิน การรู้คิดของตนเอง

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับอภิปัญญา

ทองหล่อ วงศ์อินทร์ (2536 : 140-146) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและอภิปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลายผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มละ 25 คน เก็บข้อมูล ตัวแปร 3 ด้านคือความคิดรวบยอดและการดำเนินการ กระบวนการในการแก้ปัญหา และความรู้ ในอภิปัญญาด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ แบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา แบบสัมภาษณ์ และวิธีคิดออกเสียงหลังแก้ปัญหา และ แบบสอบถามอภิปัญญา พบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาทั้งมัธยมศึกษาตอนต้นและ มัธยมศึกษาตอนปลายมีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่า และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่า

สแวนสัน (Swanson. 1990 : 306-314) ได้ศึกษาความเป็นอิสระจากกันของ เมตา คอกนิชันกับความถนัดทั่วไป โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดและอภิปัญญา เก็บ ข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หลังจากแก้ปัญหาเพื่อหาความเข้มของการตระหนักรู้ และโดยวิธีคิด

ออกเสียงโดยวัดจำนวนครั้ง และใช้เวลาในการแก้ปัญห พบว่ากลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีอภิปัญญาสูงสามารถแก้ปัญหได้เท่ากับกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีอภิปัญญาสูง และทั้งสองกลุ่มนี้จะมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มที่มีอภิปัญญาต่ำ แสดงว่าอภิปัญญาเป็นอิสระจากความถนัด

เรวเวย์ (Rewey. 1991 : 3021A) ศึกษาเปรียบเทียบจิตสำนึกจากการวางแผนและการร่างบทด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรัฐเทกซัส จัดกลุ่มทดลองเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 มีผู้เชี่ยวชาญอยู่ในกลุ่ม กลุ่มที่ 2 ไม่มีผู้เชี่ยวชาญอยู่ในกลุ่ม กลุ่มที่ 3 ไม่มีผู้เชี่ยวชาญอยู่ในกลุ่มแต่ให้ฝึกการบันทึก กลุ่มที่ 4 ให้วางแผนโดยร่างบทและฝึกบันทึก กลุ่มที่ 5 ศึกษาจากส่วนของเนื้อหาที่ตัดตอนมาและได้รับการช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าความจำของทั้ง 5 กลุ่มไม่ต่างกัน ความรู้ที่มีอยู่เดิมช่วยส่งเสริมความรู้อภิปัญญา กลุ่มที่ 4 มีความรู้ด้านอภิปัญญาสูงกว่ากลุ่มอื่น และมีเจตคติที่ดีต่อการฝึกสูงกว่ากลุ่มอื่น

เคลเลอร์ (Keller. 1993 : 3787A) ศึกษาการใช้อภิปัญญาที่เป็นการสนทนาแลกเปลี่ยนอภิปรายและแก้ปัญหสอนวิชาเคมีและคณิตศาสตร์นักศึกษารัฐโอริโซนา 512 คน พบว่าผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการการอธิบาย การเปรียบเทียบ การสร้าง การจัดลำดับ และการคิดระดับสูง

โอฟีแลน (O'Phelan. 1994 : 1227A) ได้ศึกษาการฝึกกลวิธีที่พิจารณาพร้อมกับตัวแปรบุคคล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนซ่อมเสริมการอ่าน 3 กลุ่ม ทดลอง 6 ครั้ง ครั้งละ 75 นาที โดยเฉพาะกลุ่มทดลองได้รับข้อมูลเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ จุดเด่น และจุดด้อยของแบบการเรียนรู้ แล้วทั้ง 2 กลุ่มได้รับการฝึกกลวิธี 7 แบบเช่นเดียวกัน ระหว่างทดสอบให้ระลึกแล้วรายงานว่าใช้กลวิธีใดบ้าง แล้วตามทดสอบในอีก 2 วันต่อมาอีกครั้งหนึ่ง พบว่ากลุ่มทดลองสามารถระลึกถึงประเด็นสำคัญได้มากกว่าทั้งแบบในทันทีและอีก 2 วันต่อมา

นิคเคลสัน (Nickelson. 1996 : 630A) ศึกษาการใช้พอร์ตโฟลิโอพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีสจวร์โคลัมเบีย 97 คน 4 ห้องเรียน สอนโดยครูฟิสิกส์ 3 คน โดยให้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วม พบว่าผลสัมฤทธิ์กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่พบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนพอร์ตโฟลิโอ คะแนนจากกลุ่มปกติ คะแนน GPA และ คะแนน ACT สามารถนำพอร์ตโฟลิโอมาใช้เป็นเครื่องมือวัดความก้าวหน้าอภิปัญญา และความเชื่อมั่นได้

นีโต และ วาเลนเต (Neto and Valente. 1997 : <http://thailis.uni.net.th/eric/detail.nsp>.) ศึกษาการใช้อภิปัญญาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนอายุ 16 ปี ที่เรียนวิชาฟิสิกส์เนื้อหาเรื่องกลศาสตร์เบื้องต้นของนิวตันในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ประเทศโปรตุเกส โดยวัดผลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในระยะเวลา 5 เดือน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญห ความคิดรวบยอดในเนื้อหา และเจตคติต่อการเรียนของกลุ่ม

ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าความคิดรวบยอดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์กับทักษะการคิด

การิสัน (Garrison. 1997 : 3390A) ศึกษาการใช้ Computer Mediated Problem Sets (COMPS) ซึ่งเป็น e-mail Program กับนักเรียนต่ำกว่าปริญญาตรีในวิชาชีววิทยา 62 คน กลุ่มทดลองกลุ่มแรกใช้ COMPS กับ อีกกลุ่มหนึ่งใช้ COMPS กับอภิปัญญา พบว่า ผลการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน กลุ่มแรกใช้เวลามากกว่า และกลุ่มหลังมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีกว่า

ที่ชาย (Tsai. 1997 : 2955A) ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 48 คนในไต้หวัน เนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอม โดยใช้อภิปัญญา พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจสิ่งแวดล้อมที่ใช้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างการเรียนรู้ ความเชื่อในการหยั่งรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของการจดจำความรู้ การปรับตัวในการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีแนวโน้มสูงขึ้น นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถค้นพบรูปแบบการเรียนรู้ ที่นำไปสู่การจัดการบูรณาการข้อมูล การแปลความหมาย และการแก้ปัญหา

ยู (Yu. 1997 : 4652A) ศึกษาการสร้างความรู้วิชาเคมีให้นักเรียนที่เรียนอ่อน ด้วยการให้เรียนรู้จากการปฏิบัติการทดลอง โดยให้อภิปรายภาระงาน กลุ่มแรกจากโรงเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย 68 คน ที่มียุทธศาสตร์การเรียนรู้น้อย มีอภิปัญญาน้อย และมีความสามารถในการปรับปรุงด้วยตนเองน้อย พบว่าสมรรถนะการเรียนรู้ด้วยตนเองและทักษะทางสังคมสูงขึ้น กลุ่มที่สองเป็นนักศึกษาเคมีจากวิทยาลัย 603 คน พบว่าการกระตุ้นด้วยการรายงานด้วยตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชายสูงกว่าหญิง

โฮวี (Howie. 1997 : 30) ศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนแคนาดา โดยการเลียนแบบปฏิบัติการ Thermal-hydraulic และให้ข้อมูลทางกายภาพให้ข้อมูลด้านปฏิบัติการและมีกระบวนการอภิปัญญา ใช้เวลาทดลอง 6 เดือน พบว่านักเรียนแต่ละคนมีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติการดีขึ้น

ลี (Lee. 1998 : 3405A) ศึกษาผลการใช้แผนที่ความคิดกับอภิปัญญาในการเรียนวิชาพันธุศาสตร์ของนักเรียน โดยแก้ปัญหาจากการทำแผนที่ความคิด การเรียนอย่างกระตือรือร้น และการเตรียมความพร้อม การเรียงลำดับภาพเหมือนเคลื่อนไหวในไดอะแกรมการยกตัวอย่างจากความจริง และการแปลความหมาย พบว่าแผนที่ความคิดกับอภิปัญญาส่งเสริมความสามารถในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แผนที่ความคิดกับอภิปัญญา มีผลกระทบซึ่งกันและกันและการใช้ร่วมกันมีผลไม่ต่างจากการใช้เพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง และนักเรียนชอบเรียนจากการใช้สื่อหลายชนิดพร้อมกัน

ดอลเนลลี่ (Donnelly. 1998 : 2512A) ศึกษาการใช้ทักษะอภิปัญญาพัฒนาจิตสำนึกและการควบคุมความคิด การรวมกันของโปรแกรมการฝึก การตรวจสอบการสะท้อนจากการฝึกและการค้นหารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนของนักเรียนระดับต่ำกว่าปริญญาตรี 122 คน รัฐฟลอริดา 4 กลุ่มทดลอง เมื่อวัดทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่าความคิดรวบยอดและความรู้ด้านอภิปัญญาสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กระบวนการอภิปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองเร็วกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กระบวนการอภิปัญญา และเนื้อหาที่มีคะแนนความสามารถในการเรียนรู้ต่ำของกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นดีที่สุด

แฮคเนย์ (Hackney. 1999 : 422A) ศึกษาผลของการทำกิจกรรมทางชีววิทยาของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐหลุยเซียนาในระยะยาว กลุ่มแรกเน้นการสร้างเนื้อหา กลุ่มที่สองเน้นการทำกิจกรรมเกี่ยวกับตัวเลขที่ใช้เครื่องมืออภิปัญญาในการกระตุ้นให้สร้างจินตนาการ พบว่ากลุ่มหลังสามารถบูรณาการความรู้และมีความรู้ลึกซึ้งกว่า สนุกสนานมากกว่า และแปลความหมายได้ดีกว่า

ทีน (Tein. 1999 : 2915A) ศึกษาพบว่าอภิปัญญาช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดี วิชาเคมี ความคิดรวบยอดวิชาเคมี ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ และความเชื่อเกี่ยวกับการปฏิบัติการด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

เซเยดมอนิร (Seyedmonir. 2000 : 203A) ศึกษาการพัฒนาความเชื่อมั่นของรายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความคิดรวบยอดฟิสิกส์และนิเวศวิทยา ของนักเรียนมัธยมศึกษาที่ เวอร์จิเนีย พบว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติประกอบด้วยความคิดรวบยอดทางนิเวศวิทยา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน มีการสะท้อนความคิดด้วยตนเองและตรวจสอบสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง พยากรณ์ผลด้วยวิธีอภิปัญญา และความจริงที่เปลี่ยนแปลงได้ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และผลจากการเรียนการสอนด้วยตำราเนื้อหาหลักการเคลื่อนที่ของนิวตันนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานมาก่อน คะแนนจะเพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การนำอภิปัญญามาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดของผู้เรียนสูงขึ้น พัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งระดับพื้นฐานและระดับบูรณาการ พัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนความเชื่อในการหยั่งรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถตรวจสอบสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง สามารถกำกับติดตามตนเองได้ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากระดับความตระหนักในอภิปัญญา มีผลต่อความสำเร็จของงาน การกระตุ้นด้วยการรายงานด้วยตนเอง โดยช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดสูงขึ้น การสะท้อนความคิดทำให้มีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และอภิปัญญาทั้งด้านตระหนักรู้ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผน และด้านการตรวจสอบตนเอง ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1 แนวคิดใหม่ในการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิดด้านการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมดังนี้

ลอรี (Lorrie. 2000 : 1-6) ได้ให้ความเห็นว่า เนื่องจากแนวคิดทางด้านทฤษฎีการเรียนรู้เปลี่ยนจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยมซึ่งมองการเรียนการสอน กิจกรรมของนักเรียน และการประเมินผลแยกเป็นคนละส่วนมาสู่ทฤษฎีสรคานิยมซึ่งมองว่าทั้งกระบวนการเรียนการสอน กิจกรรม ของนักเรียน และการประเมินผล เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกันและต้องดำเนินไปพร้อม ๆ กัน โดยมีบางส่วนซ้อนทับกันอย่างแยกไม่ออก จึงทำให้แนวคิดทางการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลเปลี่ยนไป โดยการประเมินผลตามแนวคิดใหม่มีลักษณะดังนี้

- 4.1.1 ภารกิจที่ท้าทายก่อให้เกิดการคิดระดับสูง
- 4.1.2 ความมุ่งมั่นในกระบวนการเรียนรู้เหมือนกับผลลัพธ์จากการเรียนรู้
- 4.1.3 กระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่บูรณาการกับการเรียนการสอน
- 4.1.4 ประโยชน์จากการประเมินย่อยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน
- 4.1.5 ความคาดหวังเป็นไปได้สำหรับนักเรียน
- 4.1.6 นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการประเมินงานของตนเอง
- 4.1.7 ประโยชน์ของการประเมินการสอนเหมือนกับการเรียนรู้ของนักเรียน

4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สัวค์ กั นียม คำ (2531 : 299) ได้เสนอการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทางพุทธิปัญญาของ Bloom เป็น 3 ด้าน ดังนี้

- 4.2.1 การวัดด้านพุทธิปัญญา
- 4.2.2 การวัดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4.2.3 การวัดด้านจิตพิสัย

เนื่องจากมีงานวิจัยยืนยันว่าผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิปัญญา ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก (ไพโรจน์ ผลชู. 2529 : บทคัดย่อ) ประกอบกับผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิปัญญา ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นในลักษณะบูรณาการในรูปของผลการเรียนรู้ (Learning Outcomes) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการสอนรูปแบบเดียวกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางพุทธิพิสัย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างไม่แตกต่างกัน (อุษา จินเจนกิจ. 2544 : 72 ; วิโรจน์ เฉลยสุข. 2541 : 74 ; มณีรัตน์ เกตุไสว. 2540 : 76) ผู้วิจัยจึงศึกษาผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ด้านในรูปของผลการเรียนรู้อย่างไปพร้อม ๆ กันในภาพรวม

4.3 การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

แนวคิดของการประเมินตามสภาพจริงมีดังนี้

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544 : 93-99) กล่าวถึงการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

4.3.1 ปรัชญาพื้นฐานของการประเมินตามสภาพจริงมีดังนี้

1) ความรู้เรื่องหนึ่งมีความหมายได้หลากหลาย
2) การเรียนรู้เป็นเรื่องของกระบวนการที่เป็นธรรมชาติ มีบูรณาการ และเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต

3) มุ่งเน้นทั้งกระบวนการและผลผลิต
4) มุ่งเน้นการสืบสวนสอบสวนและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
5) ประเมินมีจุดหมายเพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ของผู้เรียน

- 6) เน้นการเชื่อมโยงระหว่างพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย
- 7) เชื่อว่าการตัดสินใจสิ่งที่จะสอนกับสิ่งที่จะวัดเป็นเรื่องของคุณค่า
- 8) เน้นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ
- 9) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากความร่วมมือ

4.3.2 ลักษณะทั่วไปของการประเมินตามสภาพจริงมีดังนี้

1) ออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรม และทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริงของโลกปัจจุบัน หลักสูตรการเรียนการสอน และการประเมินผล ดำเนินไปพร้อมกัน

- 2) ใช้เทคนิคการประเมินหลากหลาย
- 3) วัดลักษณะสำคัญของผู้เรียนได้
- 4) เน้นการประเมินงานของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง
- 5) เน้นการวัดพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ตามสภาพจริง

4.3.3 ลักษณะเฉพาะของการประเมินตามสภาพจริงมีดังนี้

- 1) ประเมินการปฏิบัติในสภาพจริง
- 2) ใช้เกณฑ์ประเมินที่เป็นเกณฑ์ของการปฏิบัติที่เปิดเผย
- 3) การประเมินตนเอง (Self-Assessment) เป็นสิ่งสำคัญมาก

จุดประสงค์คือ

3.1) ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการพัฒนางานของตน โดยเทียบกับสาธารณชน

3.2) เพื่อนำผลไปปรับปรุง ขยับขยาย และเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน

3.3) เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนในแบบต่าง ๆ

3.4) การนำเสนอผลงานโดยให้สะท้อนความรู้สึกว่ารู้อะไร

4.3.4 การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545 : 8-19) สรุปเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1) การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง 3 ประการคือ

1.1) สารและแนวการจัดกระบวนการเรียนรู้และการประเมินตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2) แนวคิดด้านการประเมินเปลี่ยนไปโดยเชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตน การใช้เครื่องมือหลากหลายให้ผลการประเมินสมบูรณ์กว่า สารสนเทศของผู้เรียนจะให้ภาพของผู้เรียนชัดเจน การประเมินต้องกลมกลืนกับหลักสูตรและการเรียนการสอน การประเมินเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นในสังคมของผู้เรียน หัวใจสำคัญของการประเมินคือการประเมินผลวิธีการเรียนรู้และวิธีคิด การประเมินกระบวนการเรียนรู้สำคัญเทียบเท่าเนื้อหาสาระ ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ หลักสูตรและเป้าหมายของโรงเรียนขับเคลื่อนโดยศักยภาพของผู้เรียน การประเมินยึดประโยชน์ของผู้เรียนเป็นหลัก หลักสูตรเป็นพลวัตตามชีวิตจริง การเรียนรู้เป็นการใช้ดุลพินิจของบุคคลที่จะรับรู้และเข้าใจตนเอง และการสอนที่ดีต้องเป็นไปเพื่อเตรียมผู้เรียนเพื่อชีวิตที่มีประสิทธิภาพตลอดช่วงชีวิต

1.3) หลักการประเมินที่ดีเปลี่ยนไป ได้แก่ ต้องเป็นความคิดที่ชัดเจนสื่อสารเข้าใจ ต้องเป็นการประเมินระดับชั้นเรียน ผู้ใช้ผลจากการประเมินคือผู้เรียน จุดหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจนและเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ การประเมินเป็นกระบวนการเรียนการสอนอย่างหนึ่ง ต้องเข้าใจความรู้สึกส่วนบุคคล และการประเมินต้องมีคุณภาพ

2) การประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความหมายครอบคลุมลักษณะที่มุ่งรวบรวมสารสนเทศของพัฒนาการทางการเรียนมุ่งเน้นพัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัด ให้ความสำคัญกับจุดเด่นของผู้เรียน เน้นผลจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง อาศัยการปฏิบัติ สอดคล้องกลมกลืนกับการเรียนการสอน เน้นการเรียนรู้อย่างมีจุดหมาย ดำเนินควบคู่ไปกับทุกสภาพแวดล้อม สามารถให้ภาพการเรียนรู้และความสามารถของผู้เรียนได้อย่างกว้างขวาง และอาศัยความร่วมมือของผู้ปกครอง ครู และบุคคลอื่นๆ ในสังคม

3) วิธีการประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการ และเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ต้องดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ ดังนี้

3.1) การตัดสินใจก่อนเริ่มต้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องมีการประเมินจาก การทบทวนศึกษาหลักสูตร แผนการสอน และเกณฑ์การประเมินผล การสังเกตจดบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนจากภูมิหลังของครอบครัว จากครูที่เคยสอน และในห้องเรียน ปัจจุบัน การสังเกตแรงจูงใจ ความสนใจ ความเชื่อ และประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนรู้ การสังเกตท่าที ความรู้สึกต่อ หัวข้อการเรียนรู้ และผลสอบก่อนเรียน การสำรวจทบทวนกิจกรรมที่เคยใช้กระตุ้นความสนใจ การสำรวจ ทบทวนเป้าหมายการศึกษาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การสังเกตความต้องการเรียนรู้ในหัวข้อพิเศษและความต้องการทางสังคม และสารสนเทศอื่นๆ ที่ผ่านมา

3.2) การตัดสินใจในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องมีการประเมินจากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ การสังเกตความผิดพลาดของผู้เรียนทั้งการกระทำและความคิด การสังเกตประสบการณ์ในอดีต เกี่ยวกับคุณภาพการเรียนรู้ที่ต้องการ และการสังเกตตรวจสอบผลงานของนักเรียนที่ทำเสร็จแล้ว

3.3) การตัดสินใจหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องมีการประเมินจาก การใช้แบบทดสอบในชั้นเรียน ผลงานโครงงานระยะยาว การสัมภาษณ์ การสังเกต การมีส่วนร่วม ศึกษา ทบทวนสิ่งแวดล้อมทางครอบครัว ตรวจจรรยาบรรณการทดลอง ตรวจการสรุปงาน และสังเกตปฏิบัติการต่อการเรียนรู้

4.4 รุบริค (Rubrics) แนวคิดของการสร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรุบริคมีดังนี้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543 : 75-84) กล่าวว่า รุบริค หมายถึงกฎหรือกติกา ที่เป็นเครื่องมือให้คะแนนที่โดยการระบุเกณฑ์แยกแยะระดับต่าง ๆ ของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติของนักเรียนตั้งแต่ดีมากไปจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข

4.4.1 จุดประสงค์ของการสร้างรุบริคมีดังนี้

- 1) เพื่อประเมินกระบวนการ เช่น การเรียนรู้เป็นทีม กลยุทธ์การสัมภาษณ์
- 2) เพื่อประเมินผลผลิต เช่น แฟ้มสะสมงาน รายงาน นิทรรศการ
- 3) เพื่อประเมินผลการปฏิบัติ เช่น การนำเสนอ การสาธิต การอภิปราย

4.4.2 ขั้นตอนการสร้างรุบริคโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วม มีดังนี้

- 1) ชั้นเห็นรูปแบบต่างๆ โดยให้นักเรียนดูรูปแบบที่หลากหลายทั้งดี และไม่ดีแล้วช่วยกันระบุคุณลักษณะ
- 2) ชั้นระบุนายการที่เป็นเกณฑ์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายชี้แจงแล้วสรุปเป็นเกณฑ์

- 3) ชั้นระดับของคุณภาพ โดยให้นักเรียนบรรยายลักษณะของชิ้นงานที่มี คุณภาพต่ำสุด ปานกลาง และสูงสุด
- 4) ชั้นฝึกใช้เกณฑ์ โดยให้นักเรียนฝึกประเมินชิ้นงานจากข้อที่ 1
- 5) ชั้นประเมินตนเองและเพื่อน โดยให้นักเรียนหยุดการปฏิบัติแล้ว ประเมินงานทั้งของตนเองและประเมินงานของเพื่อน
- 6) ชั้นแก้ไขปรับปรุง โดยให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงชิ้นงานจากข้อเสนอแนะของเพื่อน
- 7) ชั้นนำมาใช้ในการประเมินงานของนักเรียน

4.4.3 รูปแบบของรูบริค

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543 : 75-84) ได้จำแนกรูบริคเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

- 1) Holistic Rubric คือ เกณฑ์การประเมินในภาพรวม เหมาะกับการประเมินทักษะการเขียน
- 2) Analytic Rubric คือ เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน เหมาะกับการประเมินการปฏิบัติ

รูบริคเป็นสิ่งสร้างยาก แต่นำไปใช้ง่าย ควรให้นักเรียนใช้รูบริคประเมินงานของตนเอง และประเมินงานของเพื่อน ผลที่ได้ไม่ควรนำมาตัดสินผลการเรียน แต่ใช้เพื่อให้นักเรียนพัฒนางานของตนเองจนถึงขั้นสุดท้าย เป็นการช่วยสนับสนุนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเองเป็นสำคัญ หากให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการสร้างและพัฒนารูบริคด้วยก็ยิ่งดี

สรุปได้ว่าเมื่อแนวคิดทางด้านทฤษฎีการเรียนรู้เปลี่ยนจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยมมาสู่ทฤษฎีสรคานิยมทำให้แนวคิดด้านการประเมินผลเปลี่ยนไป โดยมีลักษณะสำคัญคือทำทายการคิดระดับสูง บูรณาการกับการเรียนการสอน สนับสนุนการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการประเมินงานของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะวัดด้านพุทธิปัญญา ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการประเมินตามสภาพจริงและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ออกแบบสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริงหลักสูตร การเรียนการสอน และการประเมินผล ดำเนินไปพร้อม ๆ กัน ใช้เทคนิคการประเมินหลากหลาย เน้นการประเมินงานของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และเน้นการวัดพฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ตามสภาพจริง ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนอาศัยหลักการของรูบริคเข้าช่วย วิธีการประเมินด้วยตนเองอาจทำได้โดย การตั้งคำถาม การสังเกต การจัดลำดับ การเลือก การอภิปราย การแสดงบทบาท การวัด การจินตนาการ การบันทึกประจำวัน และการทำโครงร่าง

4.3 การคิดระดับสูง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 3) ให้ความหมายว่า การคิดระดับสูงหมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่างๆ การคิดระดับสูงประกอบด้วยความคิดด้านต่างๆ ต่อไปนี้

1) ความคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ และการจัดประเด็นต่าง ๆ เช่น การจำแนกชนิดหินโดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ หรือการหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในห้องเรียนโดยการหาอายุรวมก่อนแล้วจึงมาหาอายุเฉลี่ย

2) ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลอย่างเพียงพอ เช่น การวิพากษ์วิจารณ์ข้อดี ข้อเสียของพืช GMOs

3) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างจากผู้อื่น เช่น การออกแบบวงจรเตือนภัยโยโย้ใช้เซนเซอร์ความร้อน การออกแบบเครื่องฟักไข่

4) ความคิดอย่างเป็นเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการโต้แย้งหรือสนับสนุนโดยใช้เหตุผล เช่น การโต้แย้งหรือสนับสนุนการสร้างเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง

5) ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการออกแบบพิสูจน์และตรวจสอบหาข้อเท็จจริง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ความเชื่อใด ๆ

สรุปได้ว่า การคิดระดับสูง หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในด้านความคิดวิเคราะห์ ได้แก่ การจำแนกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ และการจัดประเด็นต่าง ๆ ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ ได้แก่ การแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างจากผู้อื่น ความคิดอย่างเป็นเหตุผล ได้แก่ การโต้แย้งหรือสนับสนุนโดยใช้เหตุผล และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบพิสูจน์และตรวจสอบหาข้อเท็จจริงโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการศึกษา วิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แนวคิดการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคณนิยม (Constructivism) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ การสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (Metacognition) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

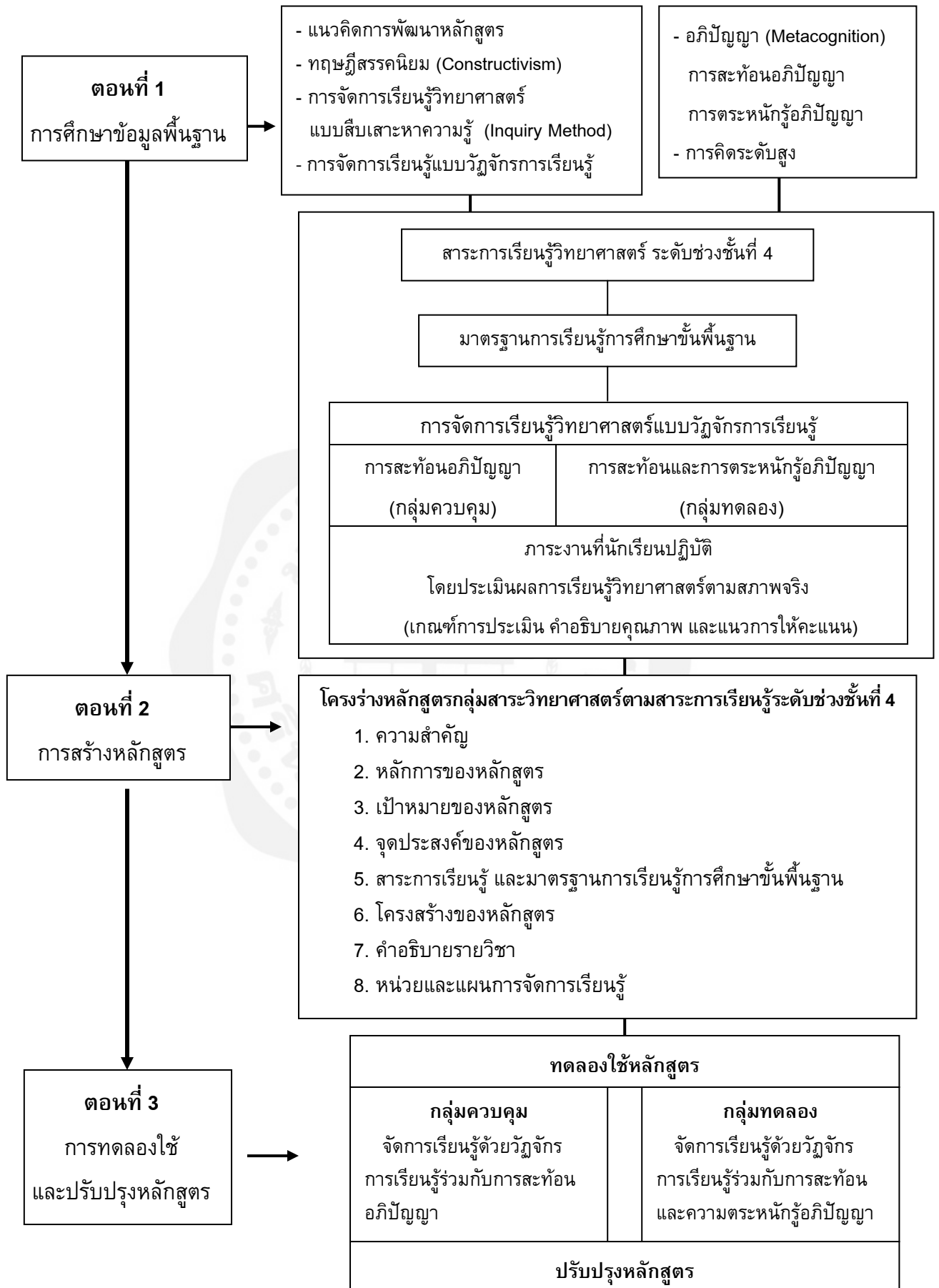
ขั้นที่ 2 การสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการนำข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดที่ประมวลได้มาพิจารณาสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) และนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อยเพื่อปรับปรุงภาษา เวลา กิจกรรม และทดลองภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพ 75 / 75 แล้วปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการนำหลักสูตรที่หาประสิทธิภาพแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิจัยเชิงทดลองกับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 โรงเรียนๆ ละ 6 ห้องเรียน รวมจำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 480 คนได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แล้วสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรที่สมบูรณ์

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 สามารถดำเนินการได้ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การดำเนินงานตามขั้นตอนการวิจัย และพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ดังรายละเอียด

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สำหรับร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตาม สาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดำเนินการดังนี้

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยศึกษาแนวคิดการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ การสะท้อนและความตระหนักรู้ภูมิปัญญา (Metacognition) เพื่อเป็นแนวทางในการ สร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

ขั้นที่ 2 สร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดำเนินการดังนี้

พิจารณาข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดที่ได้จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วพิจารณากำหนดโครงสร้างหลักสูตร ดังนี้

1. กำหนดโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีองค์ประกอบดังนี้

- 1.1 ความสำคัญ
- 1.2 หลักการของหลักสูตร
- 1.3 เป้าหมายของหลักสูตร
- 1.4 จุดประสงค์ของหลักสูตร
- 1.5 สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.6 โครงสร้างของหลักสูตร
- 1.7 คำอธิบายรายวิชา
- 1.8 หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้

2. ตรวจสอบโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญโดยตรวจสอบ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผล ประเมินผลการเรียนรู้

3. หาประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับ ช่วงชั้นที่ 4 โดยนำหลักสูตรไปทดลองภาคสนาม โดยทดลองใช้กับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 6 ห้องเรียนๆ ละ

20 คน รวมจำนวนนักเรียน 120 คน โดยพิจารณาผลการประเมินหลักสูตรจากการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้หลักสูตรด้วยเกณฑ์ 75/75

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดำเนินการดังนี้

เมื่อตรวจสอบและปรับปรุงหลักสูตรแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้หลักสูตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 จุดมุ่งหมาย

เพื่อศึกษาผลของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ด้านผลเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

3.2 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group posttest design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535 : 67) ดังตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	การทดลอง	สอบหลัง
R _E	~X	T ₂
R _C	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R _E	แทน	นักเรียนที่ใช้หลักสูตรหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา
R _C	แทน	นักเรียนที่ใช้หลักสูตรหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนปัญหา
T ₂	แทน	การสอบหลังทดลอง
~X	แทน	การจัดกระทำกับกลุ่มทดลอง
X	แทน	การจัดกระทำกับกลุ่มควบคุม

3.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 โรงเรียนๆ ละ 6 ห้องเรียน รวมจำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 480 คนได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แล้วสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

3.4.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

3.4.2 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สารที่ 5 พลังงาน

3.4.3 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.6.1 หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

3.6.2 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มี 3 ด้าน ดังนี้

- 1) แบบวัดความรู้วิทยาศาสตร์
- 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

3.6.3 แบบวัดการคิดระดับสูง

3.7 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.7.1 หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนเตรียมการ ดำเนินดังนี้

1.1) ศึกษา และวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สารที่ 5 พลังงาน สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อกำหนดโครงร่างหลักสูตร ดังนี้

1.2) จัดทำโครงร่างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบการจัดหลักสูตร ดังนี้

1.2.1) สภาพปัญหาและความสำคัญ

1.2.2) หลักการของหลักสูตร

การศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2.3) เป้าหมายของหลักสูตร

1.2.4) จุดประสงค์ของหลักสูตร

1.2.5) สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้

1.2.6) คำอธิบายรายวิชา

1.3) จัดทำโครงสร้างของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตาม

สาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดังนี้

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1. การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต	1. เรื่ององค์ประกอบของเซลล์	2
		2. เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์พืช	4
		3. เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพ	4
		4. เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย	4
		5. เรื่องการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย	4
		6. เรื่องการรักษาคุณภาพของน้ำ และแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ	1
		7. เรื่องการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย	2
	2. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	8. เรื่องการป้องกันและการทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม	2
		9. เรื่องความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	2
	3. พันธุกรรมและการ	10. เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม	2
		11. เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม	4
	4. ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	12. เรื่องโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	2
		13. เรื่องการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	2
		14. เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	2
		15. เรื่องการคัดเลือกตามธรรมชาติ	2
		16. เรื่องการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์	2
2	5. สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	17. เรื่องระบบนิเวศโลก	2
		18. เรื่องระบบนิเวศท้องถิ่น	2
		19. เรื่องความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ในระบบนิเวศ	2
		20. เรื่องแนวโน้มการเพิ่มประชากรมนุษย์ของโลกและของประเทศไทย	2
		21. เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่	2
		22. เรื่องคนกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	2

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	6. ความหลากหลายทางชีวภาพ	23. เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น	2
		24. เรื่องคุณค่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	3
4	7. การเคลื่อนที่	25. เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง	3
		26. เรื่องความเร่ง	3
		27. เรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	3
		28. เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม	3
		29. เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	3
	8. สนามของแรง	30. เรื่องสนามแม่เหล็ก	3
		31. เรื่องผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า	3
		32. เรื่องสนามแม่เหล็กโลก	3
		33. เรื่องสนามไฟฟ้า	3
		34. เรื่องสนามโน้มถ่วง	3
5	9. คลื่น	35. เรื่องคลื่นกล	3
		36. เรื่องสมบัติของคลื่น	6
		37. เรื่องเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร	3
		38. เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	3
	10. กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	39. เรื่องกัมมันตภาพรังสี	3
		40. เรื่องรังสีกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	3
		41. เรื่องพลังงานนิวเคลียร์	3
6	11. โลกและการเปลี่ยนแปลง	42. เรื่องโครงสร้างโลก	2
		43. เรื่องแผ่นดินไหว	6
		44. เรื่องภูเขาไฟระเบิด	4
	12. ธรณีภาค	45. เรื่องธรณีภาค	6
	13. ธรณีประวัติ	46. เรื่องอายุทางธรณีวิทยาและซากดึกดำบรรพ์	4
47. เรื่องการลำดับชั้นหิน		5	
7	14. เอกภพ	48. เรื่องกำเนิดเอกภพ	3
		49. เรื่องกาแล็กซี	3
	15. ดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	50. เรื่องวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	3
		51. เรื่องความสว่างของดาวฤกษ์	3
		52. เรื่องสี อุณหภูมิ และระห่างของดาวฤกษ์	3
53. เรื่องเนบิวลา		3	

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		54. เรื่องกำเนิดระบบสุริยะ	3
	16. เทคโนโลยีอวกาศ	55. เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ	6
		รวมทั้งหมด	165

1.4) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักภูมิปัญญา(กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนภูมิปัญญา (กลุ่มควบคุม) ดังนี้

1.4.1) สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

- มาตรฐาน
- มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1.4.2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.4.3) จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.4) สาระการเรียนรู้

1.4.5) กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.4.6) การวัดและประเมินผล

1.4.7) วัสดุอุปกรณ์

1.4.8) สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.4.9) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

2) ชั้นหาคุณภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดำเนินการดังนี้

2.1) นำหลักสูตรให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ตามแบบวัด IOC (Index of Consistency) โดยให้ตรวจอย่างอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2) ทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ภาคสนามกับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) จำนวน 6 ห้องเรียน เพื่อหาความเหมาะสมด้านระยะเวลา การสื่อความหมาย และผลกระทบอื่นๆ และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยพิจารณาผลการประเมินหลักสูตรจากการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้หลักสูตรด้วยเกณฑ์ 75/75 แล้วปรับปรุงหลักสูตร

2.3) นำหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้าน ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ โดยดำเนินการดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากแผนการจัดการเรียนรู้

2) ขั้นสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบอัตนัย ดำเนินการดังนี้

2.1) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบอัตนัยลักษณะเป็นคำถามให้เขียนตอบ

2.2) สร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูบริค กำหนดให้คุณภาพดีเยี่ยมเท่ากับ 4 คะแนน ดี 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนน และควรปรับปรุง 1 คะแนน

2.3) นำแบบทดสอบไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แล้วคัดเลือกข้อที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนี IOC เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้ค่า IOC .93 .95 และ .93 ตามลำดับ

3) ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้วิทยาศาสตร์แบบอัตนัย ดำเนินการดังนี้

3.1) นำข้อสอบและแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

3.2) นำข้อสอบและแบบวัดมาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน

3.3) นำมาหาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของวิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ได้ค่าความยากง่าย .44 – 64 .57-.64 และ .55-.69 ค่าอำนาจจำแนก มีค่า .81-.87 .83-.81 และ .69-.74 ตามลำดับ

3.4) นำมาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-scorer reliability หรือ Interater correlation) ได้ค่าความเชื่อมั่น .88 .97 และ .91 ตามลำดับ

3.7.3 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตติวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ โดยวิเคราะห์นิยามศัพท์เฉพาะ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตติวิทยาศาสตร์

2) ขั้นสร้างแบบประเมิน ดำเนินการดังนี้

2.1) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมิน 6 ทักษะ ได้แก่ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.2) สร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ 5 คุณลักษณะ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2.3) สร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปรีค กำหนดให้คุณภาพดีเยี่ยมเท่ากับ 4 คะแนน ดี 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนน และควรปรับปรุง 1 คะแนน

2.4) นำแบบประเมินไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญแบบวัดละ 3 คน ตามแบบวัด IOC โดยให้ตรวจแบบอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้ค่า IOC .95 และ .96 ตามลำดับ

3) ชั้นตรวจสอบคุณภาพแบบประเมิน ดำเนินการดังนี้

3.1) นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

3.2) นำคะแนนมาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน ได้ค่าความเชื่อมั่น .94 และ .95 ตามลำดับ

3.7.4 แบบวัดการคิดระดับสูง ดำเนินการดังนี้

1) ชั้นเตรียมการ โดยวิเคราะห์นิยามศัพท์เฉพาะ การคิดระดับสูง

2) ชั้นสร้างแบบวัดการคิดระดับสูง ดำเนินการดังนี้

2.1) สร้างแบบวัดการคิดระดับสูงแบบสถานการณ์ พร้อมแนวคำตอบตามนิยามการคิดระดับสูง 5 ด้าน ได้แก่ ความคิดวิเคราะห์ ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีเหตุผล และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.2) สร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปรีค กำหนดให้คุณภาพดีเยี่ยมเท่ากับ 4 คะแนน ดี 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนน และควรปรับปรุง 1 คะแนน

2.3) นำแบบวัดไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการวัดผล 3 คน ตามแบบวัด IOC ได้ค่า IOC .94 .95 และ .95 ตามลำดับ

3) ชั้นตรวจสอบคุณภาพแบบวัด ดำเนินการดังนี้

3.1) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

3.2) นำข้อสอบและแบบวัดมาตรวจให้คะแนน โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

3.3) หาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของวิทนีย์และชาร์เบอร์ ได้ค่าความยากง่าย .50 - .60 .54 - .62 และ .59 - .66 ค่าอำนาจจำแนก .70 - .79 .73 - 83 และ .72 - .75 ตามลำดับ

3.4) นำมาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-scorer reliability หรือ Interater correlation) ได้ค่าความเชื่อมั่น .91 .94 และ .93 ตามลำดับ

3.8 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังนี้

3.8.1 ประชุมชี้แจงการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของหลักสูตร และแผนการจัดการเรียนรู้ 2 แบบ ดังนี้

1) แบบที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง)

2) แบบที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

3.8.2 วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูง

3.8.3 ทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

3.8.4 ทดสอบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูงของนักเรียนหลังจบหลักสูตร

3.8.5 ผู้วิจัยบันทึกผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนหลังจากการจัดการเรียนรู้จบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และให้คะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตวิทยาศาสตร์นักเรียนรายบุคคล

3.9 การจัดการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

3.9.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูง

2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูง

3.9.2 สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

1) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test Independent

2) คำนวณหาขนาดอิทธิพล (effect size) เพื่อดูค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ขนาดอิทธิพล หมายถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ถูกวัดด้วยหน่วยเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาได้โดยนำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคู่ที่เปรียบเทียบกันหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 :49)

$$d = \frac{\bar{Y}_E - \bar{Y}_C}{S_{pooled}} ; S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_E - 1)S_E^2 + (n_C - 1)S_C^2}{n_E + n_C - 2}}$$

สัญลักษณ์

d	แทน	ขนาดอิทธิพล (effect size)
\bar{Y}_E	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
\bar{Y}_C	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
S_{pooled}	แทน	ความแปรปรวนรวม

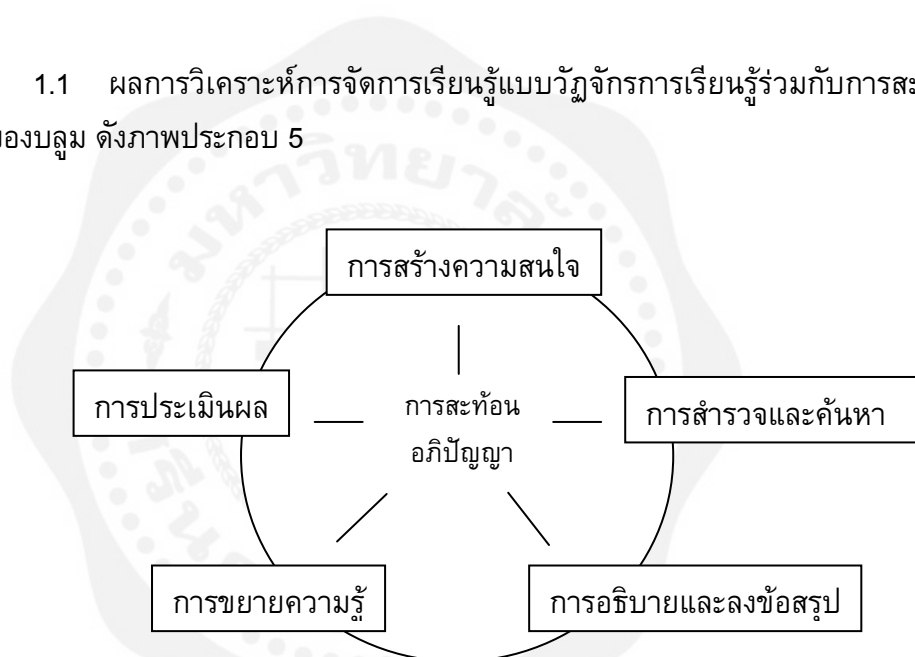
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเสนอตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

1.1 ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาของบลูม ดังภาพประกอบ 5

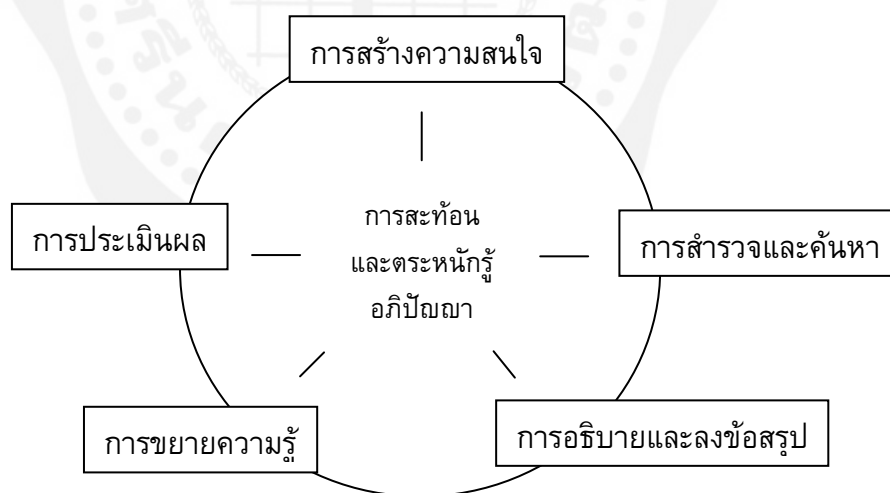


ภาพประกอบ 5 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา

จากภาพประกอบ 5 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา(กลุ่มควบคุม) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้น 1) การสร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ 2) การสำรวจและค้นหา เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คัดค้านคำตอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์

แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด 3) การอธิบายและลงข้อสรุป เน้นให้นักเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผล เป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือ บันทึกรายความคิด การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด 4) การขยายความรู้ เน้นให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่ เชื่อมโยงแล้ว ไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการ นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และ 5) การประเมินผล เน้นให้นักเรียนได้ ประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่ง กันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน

1.2 ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการ สะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา ดังภาพประกอบ 6

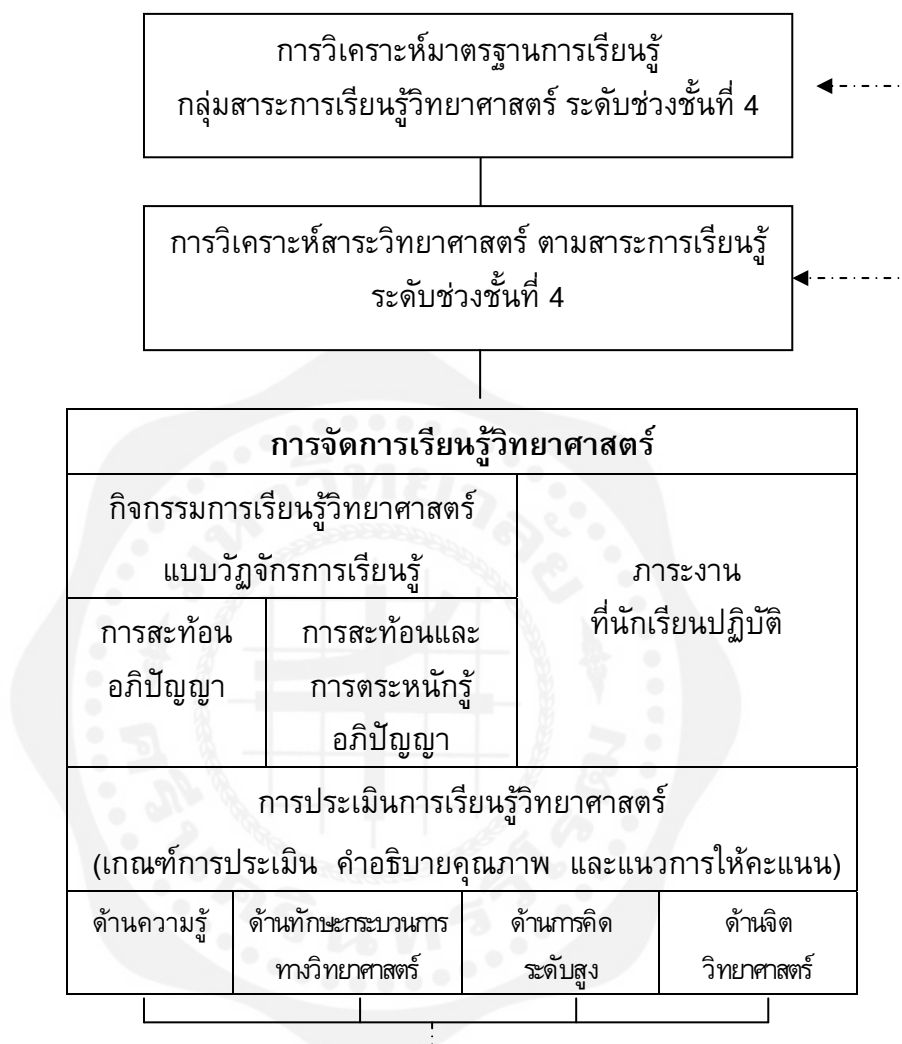


ภาพประกอบ 6 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา

จากภาพประกอบ 6 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ ปัญหา (กลุ่มทดลอง) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอน 1) การสร้าง ความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจง

รายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด 2) *การสำรวจและค้นหา* เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คาดคะเนคำตอบ กำหนดทางเลือก ที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด 3) *การอธิบายและลงข้อสรุป* เน้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด 4) *การขยายความรู้* เน้นให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด และ 5) *การประเมินผล* เน้นให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

1.3 ผลการร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4



ภาพประกอบ 7 การร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

จากภาพประกอบ 7 การร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและการตระหนักรู้อภิปัญญา

ขั้นที่ 2 การสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

2.1 ผลของการพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) ของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ						ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5		
1. สภาพปัญหาและความสำคัญกับ หลักการของหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
2. สภาพปัญหาและความสำคัญกับ เป้าหมายของหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
3. หลักการของหลักสูตรกับ เป้าหมายของหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
4. เป้าหมายของหลักสูตรกับ จุดประสงค์ของหลักสูตร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
5. คำอธิบายรายวิชากับสาระการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
6. แผนการจัดการเรียนรู้กับ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
7. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
8. จุดประสงค์การเรียนรู้กับผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
9. สาระการเรียนรู้กับมาตรฐานการ เรียนรู้ช่วงชั้น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
10. กระบวนการจัดการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
12. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับ กระบวนการจัดการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อและแหล่งการเรียนรู้กับ กระบวนการจัดการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 3 ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 มีความเห็นสอดคล้องกัน

2.2 ผลการหาประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

เมื่อตรวจสอบ และปรับปรุงหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำหลักสูตรไปทดลองภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยพิจารณาจากการตอบคำถามระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียนด้วยเกณฑ์ที่กำหนด 75 / 75 ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

หลักสูตร	สาระการเรียนรู้	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
หลักสูตรการเรียนรู้ รวมกับการสะท้อน อภิปัญญา	สาระที่ 1-2	20	50 / 50	38.75 / 38.40	77.50 / 76.80
	สาระที่ 4-5	20	40 / 40	32.90 / 32.70	82.25 / 81.75
	สาระที่ 6-7	20	60 / 60	47.40 / 46.50	79.00 / 77.50
หลักสูตรการเรียนรู้ รวมกับการสะท้อน และตระหนัก อภิปัญญา	สาระที่ 1-2	20	50 / 50	42.00 / 41.60	84.00 / 83.20
	สาระที่ 4-5	20	40 / 40	33.40 / 33.20	83.50 / 83.00
	สาระที่ 6-7	20	60 / 60	49.40 / 48.70	82.33 / 81.77

จากตาราง 4 พบว่าประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้รวมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 77.50 / 76.80 สาระที่ 4-5 มีค่า 82.25 / 81.75 และสาระที่ 6-7 มีค่า 79.00 / 77.50 ส่วนหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้รวมกับการสะท้อนและตระหนักอภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 84.00 / 83.20 สาระที่ 4-5 มีค่า 83.50 / 83.00 และสาระที่ 6-7 มีค่า 82.33 / 81.77

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

ผลของการทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กับกลุ่มตัวอย่างตามวิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group posttest design ตามลำดับดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังตาราง 5-6

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โรงเรียน	สาระ	กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	S^2
1	1-2	กลุ่มทดลอง	40	100	83.55	1.61	2.61
		กลุ่มควบคุม	40		73.43	1.50	2.25
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	40	37.45	1.51	2.30
		กลุ่มควบคุม	40		34.45	1.53	2.35
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	60	53.50	2.20	4.87
		กลุ่มควบคุม	40		46.25	1.83	3.37
2	1-2	กลุ่มทดลอง	40	100	73.58	1.72	2.96
		กลุ่มควบคุม	40		64.40	1.76	3.11
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	40	34.45	1.26	1.58
		กลุ่มควบคุม	40		28.43	1.41	1.99
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	60	43.53	1.33	1.79
		กลุ่มควบคุม	40		36.25	1.19	1.42

จากตาราง 5 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

พบว่า นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 4) โรงเรียนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 83.55 73.43 37.45 34.45 และ 53.50 46.25 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.61 1.50 1.51 1.53 และ 2.20 1.83 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 2.61 2.25 2.30 2.35 และ 4.87 3.37 ตามลำดับ

ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 73.58 64.40 34.45 28.43 และ 43.53 36.25 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.72 1.76 1.26 1.41 และ 1.33 1.19 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 2.96 3.11 1.58 1.99 และ 1.79 1.42 ตามลำดับ

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โรงเรียน	สาระ	กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	S^2
1	1-2	กลุ่มทดลอง	40	100	86.76	1.02	1.05
		กลุ่มควบคุม	40		73.55	1.31	1.74
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	40	38.23	1.31	1.71
		กลุ่มควบคุม	40		34.90	1.15	1.32
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	60	54.58	1.94	3.78
		กลุ่มควบคุม	40		50.68	1.67	2.78
2	1-2	กลุ่มทดลอง	40	100	83.73	1.94	3.79
		กลุ่มควบคุม	40		71.53	1.13	1.28
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	40	34.45	1.48	2.20
		กลุ่มควบคุม	40		24.95	1.39	1.94
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	60	44.65	1.21	1.46
		กลุ่มควบคุม	40		34.50	1.39	1.94

จากตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 4) โรงเรียนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) การคิดระดับสูง

ตามสาระที่ 1-2 (คะแนนเต็ม 100) สาระที่ 4-5 (คะแนนเต็ม 40) และสาระที่ 6-7(คะแนนเต็ม 60) มีค่า 86.78 73.55 38.23 34.90 และ 54.58 50.68 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.02 1.31 1.31 1.15 และ 1.94 1.67 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 1.05 1.74 1.71 1.32 และ 3.78 2.78 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6)

ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 83.73 71.53 34.45 24.95 และ 44.65 34.50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.94 1.13 1.48 1.39 และ 1.21 1.39 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 3.79 1.28 2.20 1.94 และ 1.46 1.94 ตามลำดับ

3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคะแนนการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังตาราง 7-8

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โรงเรียน	สาระ	กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}	df	t	Sig
1	1-2	กลุ่มทดลอง	40	83.55	78	29.03*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	73.43			
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	37.45	78	8.78*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	34.45			
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	53.50	78	15.97*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	46.25			
2	1-2	กลุ่มทดลอง	40	73.58	78	23.52*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	64.40			
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	34.45	78	20.13*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	28.43			
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	43.53	78	25.65*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	36.25			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้อัตราส่วนที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โรงเรียนที่ 1 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อัตราส่วนที่ 4 ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้ปัญหา กับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อัตราส่วนที่ 4 ร่วมกับการสะท้อนปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนโรงเรียนที่ 2 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4(ม.4-ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้อัตราส่วนที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โรงเรียน	สาระ	กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}	df	t	Sig
1	1-2	กลุ่มทดลอง	40	86.76	78	50.06*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	73.55			
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	38.23	78	12.06*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	34.90			
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	54.58	78	9.61*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	50.68			
2	1-2	กลุ่มทดลอง	40	83.73	78	34.24*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	71.53			
	4-5	กลุ่มทดลอง	40	34.45	78	29.49*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	24.95			
	6-7	กลุ่มทดลอง	40	44.65	78	34.74*	.000
		กลุ่มควบคุม	40	34.50			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้อัตราส่วนที่ 4

ชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โรงเรียนที่ 1 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน อภิปัญญาจะมีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนโรงเรียนที่ 2 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 9 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่	ตัวแปรตาม	กลุ่มตัวอย่าง	โรงเรียนที่ 1		โรงเรียนที่ 2	
			\bar{X}	d	\bar{X}	d
1-2	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	83.55	10.12	73.58	5.30
		กลุ่มควบคุม	73.43		64.40	
4-5	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	37.45	1.98	34.45	4.52
		กลุ่มควบคุม	34.45		28.43	
6-7	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	53.50	3.58	43.53	5.82
		กลุ่มควบคุม	46.25		36.25	
ขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ย				5.22		5.21
ขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ย					5.22	

จากตาราง 9 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนที่ 1 จำแนกตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 10.12 1.98 และ 3.58 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.30 4.52 และ 5.82 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ยของโรงเรียนที่ 1 และโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.22 และ 5.21 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ยทั้งหมด มีค่า 5.22 แสดงว่าผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองโรงเรียน

ตาราง 10 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่	ตัวแปรตาม	กลุ่มตัวอย่าง	โรงเรียนที่ 1		โรงเรียนที่ 2	
			\bar{X}	d	\bar{X}	d
1-2	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	86.76	11.30	83.73	7.72
		กลุ่มควบคุม	73.55		71.53	
4-5	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	38.23	2.70	34.45	6.64
		กลุ่มควบคุม	34.90		24.95	
6-7	ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	54.58	2.16	44.65	7.80
		กลุ่มควบคุม	50.68		34.50	
ขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ย				5.38		7.38
ขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ย						6.38

จากตาราง 10 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ขนาดอิทธิพลการคิดระดับสูงของนักเรียนโรงเรียนที่ 1 จำแนกตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 11.30 2.70 และ 2.16 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีค่า 7.72 6.64 และ 7.80 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ยของโรงเรียนที่ 1 และโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.38 และ 7.38 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ยทั้งหมด มีค่า 6.38 แสดงว่าการคิดระดับสูงของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 สรุปผลการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหา
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้หลักสูตรที่พัฒนา ได้แก่
 - 2.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนเกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มควบคุม) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มทดลอง)
 - 2.2 เปรียบเทียบการคิดระดับสูงที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนเกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มควบคุม) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มทดลอง)
3. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ด้านผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูง

สมมติฐานของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 / 75
2. ผลของการทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนก 2 ด้าน ดังนี้
 - 2.1 ด้านผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนเกี่ยวกับปัญหา (กลุ่มควบคุม) แตกต่างกัน
 - 2.2 ด้านการคิดระดับสูง จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้

อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) แตกต่างกัน

3. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ดังนี้

3.1 ขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

3.2 ขนาดอิทธิพลการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

วิธีดำเนินการ

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการศึกษา วิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แนวคิดการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ อภิปัญญา (Metacognition) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

ขั้นที่ 2 การสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการนำข้อมูลพื้นฐานทั้งหมดที่ประมวลได้มาพิจารณาสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) และนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อยเพื่อปรับปรุงภาษา เวลา กิจกรรม และทดลองภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพ 75 / 75 แล้วปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

การทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 เป็นการนำหลักสูตรที่หาประสิทธิภาพแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิจัยเชิงทดลองกับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 โรงเรียน²ละ 6 ห้องเรียน รวมจำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 480 คนได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แล้วสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงหลักสูตรเพื่อให้ได้หลักสูตรที่สมบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลของการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

1.1 ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคินิยม และการพัฒนาการทางพุทธิปัญญาตามแนวคิดของบลูม อภิปัญญา (Metacognition) โดยจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น 1) *การสร้างความสนใจ* เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ 2) *การสำรวจและค้นหา* เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คาดคะเนคำตอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด 3) *การอธิบายและลงข้อสรุป* เน้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอโดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด 4) *การขยายความรู้* เน้นให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยงความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และ 5) *การประเมินผล* เน้นให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันโดยใช้

การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน

1.2 ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น

1) *การสร้างแรงบันดาลใจ* เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และ ความสำคัญของการสะท้อนความคิด

2) *การสำรวจและค้นหา* เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผน ศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คัดเคาะคำตอบ กำหนดทางเลือก ที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบค้นหา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และ ความสำคัญของการสะท้อนความคิด

3) *การอธิบายและลงข้อสรุป* เน้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และ ความสำคัญของการสะท้อนความคิด

4) *การขยายความรู้* เน้นให้นักเรียนร่วมกัน นำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่าง สถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และ ความสำคัญของการสะท้อนความคิด

5) *การประเมินผล* เน้นให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และ ความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และ ความสำคัญของการสะท้อนความคิด

2. ผลของการสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

จากผลการวางแผนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการร่างหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 แล้วนำหลักสูตรฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน แล้วนำหลักสูตรไปทดลองภาคสนาม มีประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 77.50 / 76.80 สาระที่ 4-5 มีค่า 82.25/ 81.75 และสาระที่ 6-7 มีค่า 79.00 / 77.50 ส่วนหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 84.00 / 83.20 สาระที่ 4-5 มีค่า 83.50 / 83.00 และสาระที่ 6-7 มีค่า 82.33 / 81.77

3. ผลของการทดลองใช้ และปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4

ผลของการทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กับกลุ่มตัวอย่างตามวิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group posttest design ตามลำดับดังนี้

3.1 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 (คะแนนเต็ม 100) สาระที่ 4-5 (คะแนนเต็ม 40) และสาระที่ 6-7 (คะแนนเต็ม 60) มีค่า 83.55 73.43 37.45 34.45 และ 53.50 46.25 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.61 1.50 1.51 1.53 และ 2.20 1.83 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 2.61 2.25 2.30 2.35 และ 4.87 3.37 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 (คะแนนเต็ม 100) สาระที่ 4-5 (คะแนนเต็ม 40) และสาระที่ 6-7 (คะแนนเต็ม 60) มีค่า 73.58 64.40 34.45 28.43 และ 43.53 36.25 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.72 1.76 1.26 1.41 และ 1.33 1.19 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 2.96 3.11 1.58 1.99 และ 1.79 1.42 ตามลำดับ

3.2 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวน (S^2) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระ

วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 4) โรงเรียนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) การคิดระดับสูงตามสาระที่ 1-2 (คะแนนเต็ม 100) สาระที่ 4-5 (คะแนนเต็ม 40) และสาระที่ 6-7 (คะแนนเต็ม 60) มีค่า 86.78 73.55 38.23 34.90 และ 54.58 50.68 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.02 1.31 1.31 1.15 และ 1.94 1.67 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 1.05 1.74 1.71 1.32 และ 3.78 2.78 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 83.73 71.53 34.45 24.95 และ 44.65 34.50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่า 1.94 1.13 1.48 1.39 และ 1.21 1.39 ตามลำดับ และความแปรปรวน (S^2) มีค่า 3.79 1.28 2.20 1.94 และ 1.46 1.94 ตามลำดับ

3.3 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โรงเรียนที่ 1 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักอภิปัญญา กับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนโรงเรียนที่ 2 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

3.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โรงเรียนที่ 1 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักอภิปัญญา กับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา มีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนโรงเรียนที่ 2 สาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดระดับสูงสูงกว่ากลุ่มควบคุม

3.5 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า

ขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนที่ 1 จำแนกตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 10.12 1.98 และ 3.58 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.30 4.52 และ 5.82 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ยของโรงเรียนที่ 1 และโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.22 และ 5.21 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ยทั้งหมด มีค่า 5.22 แสดงว่าผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองโรงเรียน

3.6 ขนาดอิทธิพล (Effect size : d) การคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) ที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ขนาดอิทธิพลการคิดระดับสูงของนักเรียนโรงเรียนที่ 1 จำแนกตามสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 มีค่า 11.30 2.70 และ 2.16 ตามลำดับ ส่วนโรงเรียนที่ 2 มีค่า 7.72 6.64 และ 7.80 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมเฉลี่ยของโรงเรียนที่ 1 และโรงเรียนที่ 2 มีค่า 5.38 และ 7.38 ตามลำดับ ส่วนขนาดอิทธิพลรวมทั้งหมดเฉลี่ยทั้งหมด มีค่า 6.38 แสดงว่าการคิดระดับสูงของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อภิปรายผล

จากการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีประเด็นอภิปราย 2 ประเด็นคือ

1. ประสิทธิภาพของหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ

หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ได้ประยุกต์แนวคิดการพัฒนาหลักสูตรตามแนวความคิดที่ยึดเนื้อหาวิชา และแนวความคิดที่ยึดทักษะในกระบวนการเรียนรู้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรโดยดำเนินการจัดทำแผนประสบการณ์หรือแนวทางในการจัดประมวลองค์ความรู้ ทั้งทางด้านตัวความรู้ ทักษะ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรที่มุ่งเน้นการพัฒนาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) โดยมีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนา 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) ความคิดรวบยอด (Concept) หลักการ (Principle) สมมติฐาน (Hypothesis) กฎ (law) และทฤษฎี (Theory) 2) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3) ด้านจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ จึงทำให้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75

2. ผลของการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ดังนี้

ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) และจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ

หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และความตระหนักรู้อภิปัญญาทั้ง 3 กลุ่มสาระ (กลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พูด เขียนสิ่งที่แสดงถึงความรู้อย่างชัดเจนด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการที่นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์เหตุการณ์ สื่อ เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้และความเข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองในกิจกรรมของวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนโดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ และได้สะท้อนความตระหนักรู้ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

2) การสำรวจและค้นหา เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คัดค้านคำตอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิดการวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

3) การอธิบายและลงข้อสรุป เน้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด

การวิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

4) การขยายความรู้ เน้นให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรืออธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

5) การประเมินผล เน้นให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

จึงทำให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ประสิทธิภาพของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น จำแนกตามกลุ่มสาระที่ 1-2 สาระที่ 4-5 และสาระที่ 6-7 ดังนี้

ขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3.1-3.2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นด้วย ทำให้นักเรียนสร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ และสร้างความรู้บางส่วนขึ้นมาใหม่ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา นอกจากนี้จะได้ทำกิจกรรมดังกล่าวแล้วยังได้สะท้อนความตระหนักรู้ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิดอีกด้วย ทำให้เกิดความตระหนักรู้ เข้าใจในกระบวนการรู้คิดของตนเอง และสามารถติดตาม กำกับควบคุม และประเมินการรู้คิดของตนเองได้ดีกว่า ทำให้นักเรียนสร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่และสร้างความรู้บางส่วนขึ้นมาใหม่ได้ดีกว่า จึงส่งผลให้ผลการเรียนรู้ และการคิดระดับสูง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยอภิปัญญาของ โฟร์กาตี (Forgaty. 2000 : 1-28) ที่อธิบายว่าเมื่อให้นักเรียนอธิบายให้ผู้อื่นรับรู้ถึงเป้าหมาย และการใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ ให้กำกับติดตามตนเองอย่างอิสระ ให้ประเมินผลตนเอง และให้เชื่อมโยงความคิดหลักและสร้างความคิดหลักด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจะสูงขึ้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า อภิปัญญา ใช้ได้ดีกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจะส่งผลให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและเร็วขึ้น (Holden. 1997 : 1580A ; Cozza. 1997 : 4266A ; Blank. 1998 : 3069A ; Donnelly. 1998 : 2512A ; Kenton. 2002 : 2083A) และอภิปัญญา ยังส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น (Fiero. 1994 : 4401A ; Tein. 1999 : 2915A ; Howie. 1997 : 30) ด้านจิตวิทยาศาสตร์ก็มีผู้ศึกษาพบว่า อภิปัญญาช่วยส่งเสริมการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ได้ดี (Tein. 1999 : 2915A ; Pearsall. 1999 : 160B) นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาพบว่า อภิปัญญาช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบรูปแบบการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี (Tsai. 1997 : 2955A ; Keller. 1993 : 3787A ; ดำเนิน ยาท่วม. 2548 : 114) จึงทำให้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีขนาดอิทธิพลผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) สูงกว่าจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ สำหรับครูผู้สอน

1. อภิปัญญา สามารถใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว จึงควรนำอภิปัญญามาใช้ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ได้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

2. การนำอภิปัญญามาใช้ ในช่วงแรกจะใช้เวลามากกว่าปกติ เมื่อนักเรียนสามารถกำกับติดตามการรู้คิดและประเมินการรู้คิดของตนเองได้คล่องแคล่วแล้วจะใช้เวลาน้อยกว่าปกติ ดังนั้นในระยะยาวจึงใช้เวลาใกล้เคียงกัน แต่การนำอภิปัญญามาใช้จะส่งผลดีมากกว่า ครูผู้สอนจึงต้องวางแผนด้านการใช้เวลาในช่วงแรกให้เหมาะสม

3. การประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องสังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคล จึงจำเป็นต้องจดจำนักเรียนให้ได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการทดลอง

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ สำหรับผู้บริหาร

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้มาขยายผลโดยการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหรือจัดสัมมนาให้กับครูวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งควรติดตามประเมินผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แล้วจึงขยายผลไปสู่การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาว่าอภิปัญญาเหมาะสำหรับแบบการเรียนรู้ใดบ้าง
2. ควรขยายผลการวิจัยทางการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการเพิ่มกลุ่มตัวอย่างของเขตการศึกษา

บรรณานุกรม

- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2540, เมษายน). "การพัฒนาคุณภาพการคิด". *การวัดผลการศึกษา*. 18 (54) : 1-20.
- ดำเนิน ยาท้วม. (2548). *ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาและวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักอภิปัญญา.ปริญญาณิพนธ์. การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ทองหล่อ วงศ์อินทร์. (2537). *การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคognitionชั้นของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.*
- ทิสนา เขมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.*
- (2545). *ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543, พฤษภาคม-สิงหาคม). *เกณฑ์การประเมิน (Rubric Assessment). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทรรศน์. 15 (2) : 75-84.*
- ประกาศิต จันทศ. (2537). *ผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ด้วยโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.*
- เปรมจิตร บุญสาย. (2541). *การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง. ปริญญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2545). *การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร. กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.พัฒนา.*
- เพ็ญพิไล ฤทธาถณานนท์. (2536). *พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ไพโรจน์ ผลชู. (2529). *การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคมที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. ปริญญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การประถมศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.*

- มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรัญญา จีระพลสุวรรณ. (2544, พฤษภาคม-มิถุนายน). การสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง. วารสารวิทยาการ 55(3) : 162-169.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2536). การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอกนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรงกับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน. วิทยานิพนธ์. ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองและแบบปกติ. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภลักษณ์ สินธนา. (2545). การศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2536). แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 1012 วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 4.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม. (มกราคม-มีนาคม). วารสาร สสวท. 25(96) : 11-15.
- (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2546). เอกสารประกอบการอบรมครูโครงการขยายผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ม.ป.พ.
- (2546). รายงานการศึกษาการพัฒนาการเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ระยะที่1). ม.ป.พ.

- (2546). *เครื่องมือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภาลาดพร้าว.
----- *เจตคติทางวิทยาศาสตร์*. ม.ป.พ.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2537). *เอกสารประกอบการสอนวิชา ปถ.511 การพัฒนาหลักสูตรและการสอนในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2541). *การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์ และ มติสัมพันธ์*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร : เอสอาร์ปริ้นติ้งลิมิตพาร์ทเนอร์ชิป.
- (2544, มกราคม). "วิจัยการการเรียนรู้". *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. ฉบับที่ 22. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์.
- สมจิตร ทรัพย์อ้อมไผ่. (2540). *ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognitionชั้นที่มีต่อเมตาคognitionชั้นและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาธารณ. (2544). *การยัดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. กรุงเทพมหานคร: เดอะโนว์เลจเซ็นเตอร์.
- สมหวัง พิทยานุวัฒน์. (2544). *วิธีวิทยาการประเมิน ศาสตร์แห่งคุณค่า*. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. (2544). *ปฏิรูปการศึกษาไทยในมุมประชาชน*. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.
- (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545*. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.
- อุษา จินเจนกิจ. (2544). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมีชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร เรืองศรี. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Anderson H.O. (2003). *Teaching Science as Inquiry*. Indiana: Indiana University.
- Barman, C.R. and Kotar M. (1989, April). *The Learning Cycle. Science and Children*. 26(7) : 30-32.

- Billings, R.L. (2001). *Assessment of The Learning Cycle and Inquiry-Based Learning in High School Physics Education*. DAI. 40/04 : 89A.
- Davison, E.D. and Sternberg, R.J. (1994). *The Role of Metacognition in Problem Solving*. California: Brooks/Cole.
- Donnelly, A.E. (1998). *The Effect of Metacognitive Skills Training on Hands-On Learning from Science Objects(Museums)*. DAI. 58/07 : 2512A.
- Fiero, A.P. (1994). *The Role of The Metacognitive Skills of awareness and Regulation in Enhancing Scientific Problem-Solving in Middle School Students*. DAI. 54/12 : 4401A.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring : A new Area of Coignitive Development Inquiry. *American Psychologist*. 34(10) : 906-911.
- (1985). *Cognitive Development*. Englewood Cliffs. second edition. Newjersey ; Prentice-Hall.
- Fogarty, R. (1994). *The Mindful School: How to Teach for Metacognitive Reflection*. United States of America. IRI/Skylight Training and Publishing.
- Garison, S.J. (1997). *Influence of Metacognitive Prompting on Learning within Computer Mediated Problem Sets*. DAI. 57/08 : 3390A.
- Garofalo, and Lester. (1985). *Metacognition, Cognitive Monitoring and Mathematical Performance*. *Journal of Research in Mathematics Education*. 16(3) : 163-176.
- Hackney, M.W. (1999). *High School Biology Students' Participation in a Year-Long Sequence of Analogical Activities : The Relationship of Development of Analogical Thought to Student Learning and Classroom Interactions*. DAI. 60/04 : 422A.
- Howie, D.E. (1997). *Shaping Expertise Through Ecological Interface Design : Strategies, Metacognition, and Individual Differences*. DAI. 35/01 : 30.
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Resoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14(1) : 169–175.
- Keller, J.L. (1993). *Conversational Implicature and Higher-OrderThinking in Instructional Conversations*. DAI. 53/11 : 3787A.
- Lawson, A.E. (1984). *Module 5 Self – Regulation and the Learning Cycle*. Indiana : Department of Biological Science, Purdue University. (mimeographed).
- Lee, P.H. (1998). *Integrating Concept Mapping and Metacognitive Methods in a Hypermedia Environment for Learning Dcience*. DAI. 58/09 : 3405A.

- Lorrie, A. S. (2000). *The Role of Classroom Assessment in Teaching and Learning*. CRESST/University of ColoRado at Boulder.
- Neto, A. and Valente M.O. (1997). *Problem Solving in Physics : Towards a Metacognitively Developed Approach*. thailis.uni.net.th/eric/detail.nsp.
- Nickelson, D.D. (1996). *Portfolio Assessment in High School Physics*. DAI. 57/02 : 630A.
- O' Phelan, M.E.H. (1994). *The Effect of Incorporating Personal Style Information within Strategy Training on Strategy Choice, Retention and Transfer of Learning*. DAI. 55/05 1227A.
- Osman M.E. and Hannafin, M.J. (1992). Metacognition Research and Theory: Analysis and Implications for Instructional Design. *Educational Technology Research and Development*. 40(2): 83-89.
- Rewey, K.L. (1991). *Using Derived Schemas and Scripts : Impact on Recall, Metacognition, and Consumer' Satisfication*. DAI. 51/09 : 3021A.
- Simon, P.R-J. (1989). Modifying the regulation process of learning: Two exploratory studies. *Canadian Journal for Educational Communication*. 18(1) : 29-48.
- (1994). Metacognitive strategies, teaching and testing for The International Encyclopedia of Education. 7 : 3788-3792.
- Swanson, H.L. (1990). Influence of Metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*. 82(2) : 306-314.
- Tien, L.T. (1999). *Fostering Expert Inquiry Skills Beliefs about Chemistry Through the more Laboratory Experience*. DAI. 58/09 : 2915A.
- Tsai, C.C. (1997). *The Interrelationships Between Junior High School Students' Scientific Epistemological Beliefs, Learning Environment Preferences and Their Cognitive Structure Outcomes*. DAI. 57/07 : 2955A.
- Walker, D. and Lambert, L. (1995). *The Constructivist Leader*. Newyork Teacher College Press.
- Yu, S.L. (1997). Cognitive Strategy Use and Motivation in Underachieving Students. DAI. 57/11 : 4652A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4

ภาคผนวก ข ผลของการทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4

ภาคผนวก ค การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้
ระดับช่วงชั้นที่ 4

ภาคผนวก ง แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา

ภาคผนวก จ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้
อภิปัญญา

ภาคผนวก ก ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4

ตาราง 11 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) จำแนกตามสาระ

ที่	สาระที่ 1-2		ที่	สาระที่ 3		ที่	สาระที่ 4-5	
	$E_1(50)$	$E_2(50)$		$E_1(40)$	$E_2(40)$		$E_1(60)$	$E_2(60)$
1	39	39	1	34	34	1	46	46
2	40	39	2	36	34	2	48	46
3	39	39	3	36	36	3	48	48
4	40	39	4	34	34	4	48	50
5	38	37	5	32	32	5	50	50
6	39	39	6	32	30	6	44	46
7	39	39	7	28	34	7	44	44
8	39	39	8	36	36	8	50	44
9	40	39	9	28	36	9	48	48
10	39	39	10	34	34	10	46	44
11	38	37	11	36	34	11	46	46
12	38	37	12	32	30	12	46	46
13	39	39	13	32	32	13	48	48
14	38	38	14	28	32	14	50	44
15	39	39	15	32	32	15	46	44
16	38	37	16	36	36	16	48	48
17	39	39	17	28	34	17	50	48
18	38	39	18	34	16	18	46	46
19	38	37	19	34	34	19	50	50
20	38	38	20	36	34	20	46	44
รวม	775	768	รวม	658	654	รวม	948	930
เฉลี่ย	38.75	38.40	เฉลี่ย	32.90	32.70	เฉลี่ย	47.40	46.50
ร้อยละ	77.50	76.80	ร้อยละ	82.25	81.75	ร้อยละ	79.00	77.50

จากตาราง 11 หลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 77.50 / 76.80 สาระที่ 4-5 มีค่า 82.25 / 81.75 และสาระที่ 6-7 มีค่า 79.00 / 77.50

ตาราง 12 ผลการหาประสิทธิภาพหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) จำแนกตามสาระ

ที่	สาระที่ 1-2		ที่	สาระที่ 4-5		ที่	สาระที่ 6-7	
	E_1 (50)	E_2 (50)		E_1 (40)	E_2 (40)		E_1 (60)	E_2 (60)
1	42	42	1	32	30	1	54	52
2	42	42	2	30	32	2	54	48
3	43	42	3	30	30	3	56	54
4	41	41	4	36	36	4	48	48
5	41	41	5	32	32	5	48	48
6	41	41	6	34	34	6	48	48
7	42	42	7	32	32	7	48	48
8	42	41	8	32	32	8	48	54
9	41	40	9	38	38	9	54	50
10	42	42	10	32	30	10	54	48
11	44	43	11	38	38	11	44	50
12	44	43	12	36	36	12	54	54
13	42	42	13	36	36	13	52	44
14	43	42	14	36	34	14	48	44
15	42	41	15	30	32	15	48	48
16	42	42	16	32	32	16	50	52
17	43	43	17	34	34	17	48	46
18	42	41	18	34	32	18	44	46
19	41	41	19	32	32	19	44	46
20	40	40	20	32	32	20	44	46
รวม	840	832	รวม	668	664	รวม	988	974
เฉลี่ย	42.00	41.60	เฉลี่ย	33.40	33.20	เฉลี่ย	49.40	48.70
ร้อยละ	84.00	83.20	ร้อยละ	83.50	83.00	ร้อยละ	82.33	81.17

จากตาราง 12 หลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อน และตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง) จำแนกตามสาระที่ 1-2 มีค่า 84.00 / 83.20 สาระที่ 4-5 มีค่า 83.50 / 83.00 และสาระที่ 6-7 มีค่า 82.33 / 81.17

ภาคผนวก ข ผลของการทดลองใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4

ตาราง 13 คะแนนผลการเรียนรู้อิทธิศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-ม. 6) โรงเรียน
ที่ 1 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเรียนรู้อิทธิศาสตร์ สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			ผลการเรียนรู้อิทธิศาสตร์ สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			ผลการเรียนรู้อิทธิศาสตร์ สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
1	73	84	1	34	37	1	46	53
2	71	82	2	35	38	2	47	54
3	72	85	3	36	38	3	48	55
4	74	82	4	34	36	4	49	52
5	75	82	5	32	39	5	50	56
6	73	82	6	31	34	6	45	58
7	73	84	7	35	40	7	44	58
8	71	83	8	36	35	8	47	57
9	72	81	9	37	38	9	48	54
10	74	82	10	34	37	10	45	55
11	75	87	11	35	38	11	46	54
12	75	87	12	31	39	12	46	54
13	74	82	13	32	36	13	48	52
14	72	85	14	35	35	14	47	53
15	71	83	15	36	34	15	45	54
16	75	84	16	36	38	16	48	51
17	72	86	17	35	39	17	49	52
18	74	83	18	35	37	18	46	54
19	75	82	19	34	38	19	50	54
20	74	80	20	35	38	20	45	50
21	75	82	21	36	39	21	47	54
22	72	83	22	32	38	22	44	56
23	73	85	23	35	37	23	43	56
24	76	83	24	34	37	24	42	52

ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
25	75	86	25	31	40	25	44	50
26	71	85	26	35	38	26	45	51
27	72	86	27	36	39	27	45	51
28	74	83	28	34	38	28	46	52
29	74	84	29	35	36	29	47	52
30	72	82	30	35	37	30	47	53
31	75	83	31	34	38	31	45	54
32	75	85	32	35	38	32	46	57
33	72	83	33	36	38	33	48	51
34	76	84	34	35	37	34	49	52
35	75	84	35	34	38	35	44	54
36	72	85	36	32	35	36	46	56
37	73	82	37	35	35	37	45	56
38	75	83	38	35	38	38	46	52
39	73	84	39	35	39	39	46	51
40	72	84	40	36	39	40	46	50
รวม	2,937	3,342	รวม	1,378	1,498	รวม	1,850	2,140
เฉลี่ย	73.43	83.55	เฉลี่ย	34.45	37.45	เฉลี่ย	46.25	53.50

ตาราง 14 คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 2 ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
1	64	74	1	28	34	1	36	44
2	64	73	2	29	34	2	36	44
3	65	73	3	29	35	3	35	43
4	65	74	4	30	34	4	34	42
5	64	75	5	28	36	5	36	45
6	63	76	6	27	35	6	37	46
7	66	78	7	26	34	7	37	44
8	67	71	8	27	34	8	36	41
9	68	74	9	27	35	9	35	42
10	64	72	10	26	35	10	37	45
11	65	75	11	28	35	11	38	43
12	62	76	12	28	36	12	39	45
13	65	74	13	29	34	13	38	45
14	63	75	14	29	35	14	35	45
15	66	73	15	26	36	15	34	44
16	65	72	16	27	35	16	35	42
17	64	71	17	26	34	17	36	43
18	61	70	18	28	35	18	36	44
19	65	71	19	30	36	19	35	44
20	64	72	20	31	37	20	36	44
21	68	74	21	30	38	21	35	44
22	65	75	22	29	35	22	37	42
23	62	76	23	28	34	23	37	41
24	65	72	24	27	33	24	38	44

ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			ผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
25	64	74	25	29	35	25	35	41
26	63	75	26	29	32	26	36	40
27	62	74	27	29	34	27	35	44
28	66	75	28	30	34	28	35	44
29	65	74	29	32	34	29	36	44
30	65	74	30	30	36	30	36	43
31	62	74	31	30	34	31	36	44
32	65	76	32	28	33	32	37	45
33	64	74	33	27	33	33	38	44
34	67	72	34	29	35	34	38	44
35	66	73	35	28	34	35	36	43
36	66	73	36	29	33	36	36	42
37	63	74	37	28	34	37	37	44
38	65	71	38	28	32	38	37	44
39	60	72	39	28	33	39	38	45
40	63	72	40	30	33	40	36	44
รวม	2,576	2,943	รวม	1,137	1,378	รวม	1,450	1,741
เฉลี่ย	64.40	73.58	เฉลี่ย	28.43	34.45	เฉลี่ย	36.25	43.53

ตาราง 15 คะแนนการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 1
ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การคิดระดับสูง สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			การคิดระดับสูง สาระที่ 4-5 (เต็ม40)			การคิดระดับสูง สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
1	74	86	1	35	38	1	51	55
2	70	86	2	35	39	2	50	58
3	73	87	3	34	38	3	48	52
4	74	87	4	35	38	4	49	57
5	75	86	5	36	37	5	48	57
6	73	87	6	37	39	6	51	56
7	75	87	7	38	40	7	51	53
8	72	87	8	32	39	8	52	56
9	73	88	9	34	40	9	49	50
10	74	88	10	35	38	10	52	54
11	74	89	11	36	39	11	51	55
12	75	88	12	35	36	12	51	54
13	75	86	13	36	38	13	51	56
14	72	88	14	34	36	14	52	53
15	72	86	15	35	35	15	51	54
16	75	86	16	34	38	16	48	58
17	73	87	17	35	35	17	50	54
18	74	87	18	35	37	18	50	52
19	76	87	19	37	38	19	49	50
20	74	87	20	36	39	20	51	53
21	75	86	21	35	40	21	52	55
22	73	87	22	33	38	22	53	54
23	73	85	23	34	39	23	54	52
24	76	87	24	35	38	24	47	53

การคิดระดับสูง สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			การคิดระดับสูง สาระที่ 4-5 (เต็ม40)			การคิดระดับสูง สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
25	74	88	25	35	39	25	50	55
26	72	88	26	36	39	26	48	56
27	73	87	27	34	39	27	54	54
28	75	87	28	35	37	28	48	55
29	73	85	29	36	37	29	53	57
30	72	87	30	35	36	30	52	55
31	74	87	31	36	39	31	52	55
32	74	86	32	34	38	32	51	54
33	71	87	33	35	39	33	51	53
34	75	85	34	35	39	34	52	57
35	74	87	35	35	38	35	51	53
36	72	86	36	33	39	36	51	55
37	73	84	37	34	39	37	50	54
38	74	86	38	34	40	38	51	57
39	73	88	39	34	40	39	52	55
40	73	88	40	34	39	40	50	57
รวม	2,942	3,471	รวม	1,396	1,529	รวม	2,027	2,183
เฉลี่ย	73.55	86.78	เฉลี่ย	34.90	38.23	เฉลี่ย	50.68	54.58

ตาราง 16 คะแนนการคิดระดับสูงของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4- ม. 6) โรงเรียนที่ 2
ที่เรียนด้วยหลักสูตรตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การคิดระดับสูง สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			การคิดระดับสูง สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			การคิดระดับสูง สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
1	72	84	1	25	34	1	35	45
2	71	83	2	25	35	2	36	45
3	72	85	3	24	35	3	34	44
4	71	84	4	26	35	4	35	46
5	70	87	5	23	36	5	36	47
6	72	88	6	21	34	6	36	44
7	71	82	7	25	38	7	30	44
8	70	84	8	22	37	8	34	42
9	72	85	9	25	36	9	32	41
10	70	86	10	25	32	10	35	45
11	70	87	11	24	31	11	35	45
12	73	88	12	27	30	12	34	46
13	72	85	13	25	35	13	37	45
14	73	87	14	23	35	14	32	45
15	73	82	15	24	35	15	34	46
16	73	82	16	23	34	16	35	47
17	70	83	17	25	36	17	35	45
18	70	84	18	24	35	18	32	46
19	70	84	19	25	35	19	35	44
20	71	83	20	26	35	20	34	44
21	72	82	21	25	34	21	36	45
22	72	84	22	24	33	22	34	44
23	70	83	23	25	33	23	35	45
24	73	81	24	28	34	24	35	43

การคิดระดับสูง สาระที่ 1-2 (เต็ม 100)			การคิดระดับสูง สาระที่ 4-5 (เต็ม 40)			การคิดระดับสูง สาระที่ 6-7 (เต็ม 60)		
ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	ที่	กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง
25	70	82	25	25	34	25	35	43
26	72	85	26	25	33	26	34	45
27	74	85	27	25	35	27	35	45
28	73	82	28	25	34	28	34	43
29	71	85	29	26	36	29	34	45
30	72	82	30	25	33	30	35	44
31	73	84	31	26	36	31	36	45
32	71	83	32	27	34	32	32	45
33	70	82	33	28	34	33	35	43
34	72	81	34	26	34	34	35	45
35	72	85	35	26	34	35	35	45
36	71	80	36	26	35	36	34	45
37	72	83	37	25	34	37	33	46
38	72	83	38	24	34	38	36	44
39	72	82	39	25	36	39	36	45
40	71	82	40	25	35	40	35	45
รวม	2,861	3,349	รวม	998	1,378	รวม	1,380	1,786
เฉลี่ย	71.53	83.73	เฉลี่ย	24.95	34.45	เฉลี่ย	34.50	44.65

ภาคผนวก ค การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4
ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา
ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา

การพัฒนาหลักสูตร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 4

ความสำคัญของหลักสูตร

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ได้กำหนดทิศทางการจัดการเรียนรู้สรุปสาระสำคัญได้ว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ต้องเน้นทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิด และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้คิดเป็น ทำเป็น และมีความใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. 2545 : 24-31) จากผลการประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GAT) ระดับประเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ มีค่า 24.41 (คะแนนเต็ม 50 คะแนน) ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (สำนักทดสอบทางการศึกษา. สพฐ. 2547 : 9)

จากรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ในทุกระดับการศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ยังขาดความเชื่อมโยงกัน ขาดการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง การปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผลเต็มที่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 27-34) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 3) เน้นว่าสิ่งที่จำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียน คือ ความคิดระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย ความคิดวิเคราะห์ ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างเป็นเหตุผล และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งปัญหาด้านคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่สุด ได้แก่ การมุ่งมั่นให้นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดระดับสูง และมีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยและเมื่อพิจารณาผลจากงานวิจัยประกอบกับประสิทธิภาพของวัฏจักรการเรียนรู้ และอภิปัญญา จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาของดำเนิน ยาท้วย เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่มีแนวคิดส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ (Construct) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (5E) ประกอบกับการสะท้อนและ

ตระหนักรู้ปัญหา เพื่อเสริมสร้างผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูง

จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ ปัญหา ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ แผนภูมิ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้ การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

2. การสำรวจและค้นหา เป็นการที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนศึกษาเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คัดค้านคำตอบ กำหนดทางเลือก ที่เป็นไปได้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบค้นหาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การ วิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

3. การอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การ วิพากษ์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

4 การขยายความรู้ เป็นการที่นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรือ อธิบายการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยง ความคิดหลัก การสร้างความคิดหลัก และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้าน กลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

5. การประเมินผล เป็นการที่นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจ และ ความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อน ความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่ง ที่น่าสนใจของสถานการณ์หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน และได้สะท้อนความตระหนักรู้ ด้านกลวิธี ประโยชน์ และความสำคัญของการสะท้อนความคิด

หลักการของหลักสูตร

เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นโดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ (Construct) ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (5E) ประกอบกับการสะท้อนและตระหนักภูมิปัญญา

เป้าหมายของหลักสูตร

เพื่อเสริมสร้างผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดระดับสูง

จุดประสงค์ของหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการจัดการกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
4. ด้านการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดวิจารณ์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ การคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีเหตุผล และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย อธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายพืช สัตว์ กลไกในการควบคุมคุณภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิต และในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี

ผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบาย กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของระบบนิเวศ และคุณภาพของระบบนิเวศ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้จัดการทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สสำรวจ วิเคราะห์ สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วางแผนและลงมือปฏิบัติร่วมกับชุมชนป้องกันและแก้ไขปัญหา เฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2. วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
2. สำรวจตรวจสอบและอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว
2. สำรวจตรวจสอบและอธิบายการเกิดคลื่นเสียง ความเข้มของเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียง ที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
4. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิวชัน และฟิชชัน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
5. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปฏิกิริยาการเกิดทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหินและอายุของหินสำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก
3. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน
2. สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบาย เกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และในอวกาศ

คำอธิบายรายวิชาสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. สาระที่ 1-2 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ ประชากรมนุษย์ องค์ประกอบและการรักษาคุณภาพของเซลล์ การรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ สารต่าง ๆ กรด-เบส อุณหภูมิ ในเซลล์ ในร่างกาย และในสิ่งมีชีวิต ระบบภูมิคุ้มกัน และความผิดปกติของร่างกาย การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การคัดเลือกตามธรรมชาติ การปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้กระบวนการหาความรู้จากการทดลอง การสำรวจ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2. สาระที่ 4-5 การเคลื่อนที่และพลังงาน

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แนวตรง อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย สนามของแรงผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า สนามแม่เหล็กโลก สนามไฟฟ้า สนามโน้ม

ถ่วง การเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง คลื่น คลื่นกล องค์ประกอบของคลื่น สมบัติของคลื่น เสียง การเกิดเสียง ธรรมชาติของเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า นิวเคลียร์ กัมมันตภาพรังสี รังสีกับมนุษย์ พลังงานนิวเคลียร์ โดยใช้กระบวนการหาความรู้จากการทดลอง การสำรวจ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

3. สารที่ 6-7 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโลก ธรณีภาค ธรณีประวัติ เอกภพ ดาวฤกษ์ ระบบสุริยะ และเทคโนโลยีอวกาศ โดยใช้กระบวนการหาความรู้จากการทดลอง การสำรวจ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

โครงสร้างของหลักสูตร

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1. การรักษาคุณภาพของ สิ่งมีชีวิต	1. เรื่ององค์ประกอบของเซลล์	2
		2. เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์พืช	4
		3. เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพ	4
		4. เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย	4
		5. เรื่องการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย	4
		6. เรื่องการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ	1
		7. เรื่องการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย	2
	2. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	8. เรื่องการป้องกันและการทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม	2
		9. เรื่องความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	2
	3. พันธุกรรมและการ	10. เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม	2
		11. เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม	4
	4. ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม	12. เรื่องโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	2
		13. เรื่องการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	2
		14. เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	2
		15. เรื่องการคัดเลือกตามธรรมชาติ	2
		16. เรื่องการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์	2
2	5. สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม	17. เรื่องระบบนิเวศโลก	2
		18. เรื่องระบบนิเวศท้องถิ่น	2
		19. เรื่องความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ในระบบนิเวศ	2
		20. เรื่องแนวโน้มการเพิ่มประชากรมนุษย์ของโลกและ ของประเทศไทย	2
		21. เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่	2
		22. เรื่องคนกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	2
2	6. ความหลากหลายทาง ชีวภาพ	23. เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น	2
		24. เรื่องคุณค่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	3
4	7. การเคลื่อนที่	25. เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง	3
		26. เรื่องความเร่ง	3

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	7. การเคลื่อนที่	27. เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	3
		28. เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม	3
		29. เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	3
	8. สนามของแรง	30. เรื่องสนามแม่เหล็ก	3
		31. เรื่องผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า	3
		32. เรื่องสนามแม่เหล็กโลก	3
		33. เรื่องสนามไฟฟ้า	3
34. เรื่องสนามโน้มถ่วง		3	
5	9. คลื่น	35. เรื่องคลื่นกล	3
		36. เรื่องสมบัติของคลื่น	6
		37. เรื่องเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร	3
		38. เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	3
	10. กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	39. เรื่องกัมมันตภาพรังสี	3
		40. เรื่องรังสีกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	3
41. เรื่องพลังงานนิวเคลียร์		3	
6	11. โลกและการเปลี่ยนแปลง	42. เรื่องโครงสร้างโลก	2
		43. เรื่องแผ่นดินไหว	6
		44. เรื่องภูเขาไฟระเบิด	4
	12. ธรณีภาค	45. เรื่องธรณีภาค	6
	13. ธรณีประวัติ	46. เรื่องอายุทางธรณีวิทยาและซากดึกดำบรรพ์	4
47. เรื่องการลำดับชั้นหิน		5	
7	14. เอกภพ	48. เรื่องกำเนิดเอกภพ	3
		49. เรื่องกาแล็กซี	3
	15. ดาวฤกษ์ และกำเนิดระบบสุริยะ	50. เรื่องวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	3
		51. เรื่องความสว่างของดาวฤกษ์	3
		52. เรื่องสี อุณหภูมิ และระห่างของดาวฤกษ์	3
53. เรื่องเนบิวลา		3	

สาระที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		54. เรื่องกำเนิดระบบสุริยะ	3
	16. เทคโนโลยีอวกาศ	55. เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ	6
		รวมทั้งหมด	165

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน
 - 1.1 มาตรฐาน
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระการเรียนรู้
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. วัสดุอุปกรณ์
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้
9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้
ร่วมกับการสะท้อนและตระหนักรู้อภิปัญญา (กลุ่มทดลอง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
ระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม6) เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ว 1.1.1 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายพืช สัตว์ กลไกในการควบคุม คุณภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิต และในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายกระบวนการที่สารผ่านเซลล์ และการรักษาคุณภาพของเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้
2. จำแนกและระบุเกณฑ์เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้
3. นำความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านความสามารถทางการคิดระดับสูง

4. ประเมินค่าเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้

ด้านทักษะ

5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ด้านคุณลักษณะ

6. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยย่อยพื้นฐานที่เรียกว่าเซลล์ เซลล์ประกอบด้วยอแกเนลล์หลายชนิดที่ทำงานสอดประสานกันในกระบวนการต่าง ๆ ของชีวิต ได้แก่

1. ผนังเซลล์ ทำให้เซลล์คงรูปร่าง
2. เยื่อหุ้มเซลล์ ห่อหุ้มเซลล์และควบคุมการผ่านเข้าออกของสารเรียกว่าเป็นเยื่อเลือกผ่าน
3. นิวเคลียส เป็นศูนย์รวมการทำงานของเซลล์และเป็นแหล่งเก็บสารพันธุกรรม
4. แวคิวโอล บรรจุน้ำและสารต่าง ๆ
5. คลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง

6. ไมโทคอนเดรีย เป็นแหล่งผลิตสารพลังงานสูง
7. กอจิคอมเพลกซ์ ปรับเปลี่ยนโปรตีนและไขมันแล้วจำแนกเพื่อส่งไปยังปลายทางที่เหมาะสม
8. ไโรโซโซม สังเคราะห์โปรตีน
9. ไลโซโซม มีเอนไซม์ในการย่อยสลาย
10. ร่างแหเอนโดพลาสมิซึม สังเคราะห์ไขมัน ช่วยการสังเคราะห์แสง และลำเลียงโปรตีน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักเรื่องอภิปัญญา และมอบหมายภาระงานในการทำแบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามใบงานที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนสังเกตการดำรงชีวิตของมนุษย์
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการรักษาคุณภาพของชีวิต ร่วมกันอภิปรายถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์และหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบที่เอื้อต่อการรักษาคุณภาพ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
- 1.3 ครูถามว่า ก่อนเรียนเรื่ององค์ประกอบของเซลล์ เราจะประเมินความรู้เดิมของตนเองอย่างไร เพราะเหตุใด (ความตระหนักเรื่องอภิปัญญา)
- 1.4 ให้นักเรียนร่วมกันบอกประสบการณ์เดิม และตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่ององค์ประกอบของเซลล์ในด้านรู้อะไร (Knowned:K) ต้องการอะไร (Wanted:W) และได้เรียนรู้อะไร (Learned:L)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 ครูพุดนำทางว่า การที่เราสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานได้ตามปกติ เป็นเพราะร่างกายเรามีคุณภาพ ซึ่งสิ่งที่มีหน้าที่ในการรักษาคุณภาพของชีวิตคือเซลล์ โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์เป็นอย่างไร ให้สืบค้นดู (นำทางความคิด)
- 2.3 ครูถามว่า การคิดตามที่ครูพุดนำทางก่อนสืบค้นมีประโยชน์ต่อการสืบค้นอย่างไร (ความตระหนักเรื่องอภิปัญญา)
- 2.4 ครูถามว่า การวางแผนการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ทำอย่างไร เพราะเหตุใด (ความตระหนักเรื่องอภิปัญญา)
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์
- 2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงองค์ประกอบของเซลล์

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ (พุดถ่ายทอด)
- 3.2 ครูถามว่า การนำเสนอผลการสืบค้นและผลการศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ ที่ดีทำอย่างไรและมีประโยชน์อย่างไร (ความตระหนักเรื่องอภิปัญญา)
- 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.4 ครูตั้งคำถามว่า
 - จากภาพ 2.1 เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
- 3.5 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์

4. ขั้ขยายความรู้ (30 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ (คิดออกเสียง) (พูดถ่ายทอด)

4.2 ครูถามว่า การเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ มีประโยชน์ต่อการคิดอย่างไร (ความตระหนักรู้ปัญหา)

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ (เชื่อมโยงความคิดหลัก)

4.4 ครูถามว่า การสรุปเชื่อมโยงความคิดทำอย่างไร และมีประโยชน์ต่อการคิดอย่างไร (ความตระหนักรู้ปัญหา)

5. ขั้ประเมินผล (30 นาที)

5.1 ครูถามว่า เราจะประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร เพราะเหตุใด (ความตระหนักรู้ปัญหา)

5.2 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบายหรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

5.4 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

5.5 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง และผลงาน หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

1.1 จากการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน

1.2 จากการทำบันทึกการให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

2.1 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

กำหนดให้ไม่ต่ำกว่าระดับดีเพื่อเป็นฐานของการพัฒนาตน

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ภาพองค์ประกอบของเซลล์

2. ห้องสมุด และชุมชน

3. ฐานข้อมูล Internet <http://www.gotoknow.org/blog/panumos/24256>

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 1.1 ด้านความรู้ความคิด
 - 1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ด้านความสามารถทางการคิดระดับสูง
2. ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
3. แนวทางในการพัฒนาต่อไป



แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์
ใบงานที่ 1

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ที่ ชื่อเรื่อง

1. ก่อนเรียนเรื่ององค์ประกอบของเซลล์ เราจะประเมินความรู้เดิมของตนเองอย่างไร เพราะเหตุใด

.....
.....

2. ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์	สิ่งที่ต้องการรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์

3. การคิดตามที่ครูพูดนำทางก่อนสืบค้นมีประโยชน์ต่อการสืบค้นอย่างไร

.....
.....

4. การวางแผนการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ทำอย่างไร เพราะเหตุใด

.....
.....

5. การนำเสนอผลการสืบค้นและผลการศึกษาค้นคว้าของเซลล์ ที่ดีทำอย่างไรและมีประโยชน์อย่างไร

.....
.....

6. แต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาค้นคว้าเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....
.....

7. จากภาพ 2.1 เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....
.....

8. แนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์

.....
.....

9. การเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ มีประโยชน์ต่อการคิดอย่างไร

.....

10. สรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์

11. การสรุปเชื่อมโยงความคิดทำอะไร และมีประโยชน์ต่อการคิดอย่างไร

.....

12. ครูถามว่า เราจะประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

13. สิ่งที่ได้เรียนรู้

14. บันทึกหลังเรียน

ด้านความรู้.....

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้านจิตวิทยาศาสตร์.....

ด้านอื่นๆ

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้
ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (กลุ่มควบคุม)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
ระดับช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม6) เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ว 1.1.1 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายพืช สัตว์ กลไกในการควบคุม คุณภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตและในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายกระบวนการที่สารผ่านเซลล์ และการรักษาคุณภาพของเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้
2. จำแนกและระบุเกณฑ์เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้
3. นำความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ด้านความสามารถทางการคิดระดับสูง

4. ประเมินค่าเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ได้

ด้านทักษะ

5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ด้านคุณลักษณะ

6. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยย่อยพื้นฐานที่เรียกว่าเซลล์ เซลล์ประกอบด้วยอแกเนลล์หลายชนิดที่ทำงานสอดประสานกันในกระบวนการต่าง ๆ ของชีวิต ได้แก่

1. ผนังเซลล์ ทำให้เซลล์คงรูปร่าง
2. เยื่อหุ้มเซลล์ ห่อหุ้มเซลล์และควบคุมการผ่านเข้าออกของสารเรียกว่าเป็นเยื่อเลือกผ่าน
3. นิวเคลียส เป็นศูนย์รวมการทำงานของเซลล์และเป็นแหล่งเก็บสารพันธุกรรม
4. แวคิวโอล บรรจุน้ำและสารต่าง ๆ
5. คลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง

6. ไมโทคอนเดรีย เป็นแหล่งผลิตสารพลังงานสูง
7. กอจิคอมเพลกซ์ ปรับเปลี่ยนโปรตีนและไขมันแล้วจำแนกเพื่อส่งไปยังปลายทางที่เหมาะสม
8. ไรโบโซม สังเคราะห์โปรตีน
9. ไลโซโซม มีเอนไซม์ในการย่อยสลาย
10. ร่างแหเอนโดพลาสมิซึม สังเคราะห์ไขมัน ช่วยการสังเคราะห์แสง และลำเลียงโปรตีน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนสังเกตการดำรงชีวิตของมนุษย์
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการรักษาคุณภาพของชีวิต ร่วมกันอภิปรายถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์และหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ ที่เอื้อต่อการรักษาคุณภาพ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันบอกประสบการณ์เดิม และตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่ององค์ประกอบของเซลล์ ในด้านรู้อะไร (Known:K) ต้องการอะไร (Wanted:W) และได้เรียนรู้อะไร (Learned:L)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 ครูพุดนำทางว่า การที่เราสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำงานได้ตามปกติ เป็นเพราะร่างกายเรามีคุณภาพ ซึ่งสิ่งที่มีหน้าที่ในการรักษาคุณภาพของชีวิตคือเซลล์ โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์เป็นอย่างไร ให้สืบค้นดู (นำทางความคิด)
- 2.3 ครูถามว่า การวางแผนการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ทำอย่างไร เพราะเหตุใด (ความตระหนักรู้อภิปัญญา)
- 2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงองค์ประกอบของเซลล์

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ (พุดถ่ายทอด)
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - จากภาพ 2.1 เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์

4. ขั้นขยายความรู้ (30 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์ (คิดออกเสียง) (พุดถ่ายทอด)
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ (เชื่อมโยงความคิดหลัก)

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพุดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่

เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม

5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

5.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

5.4 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง และผลงาน หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

1.1 จากการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน

1.2 จากการบันทึกการให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

2.1 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

กำหนดให้ไม่ต่ำกว่าระดับดีเพื่อเป็นฐานของการพัฒนาตน

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ภาพองค์ประกอบของเซลล์

2. ห้องสมุด และชุมชน

3. ฐานข้อมูล Internet <http://www.gotoknow.org/blog/panumos/24256>

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ความคิด

1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1.4 ด้านความสามารถทางการคิดระดับสูง

2. ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข

3. แนวทางในการพัฒนาต่อไป

แบบบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์
ใบงานที่ 1

ชื่อ ชั้น เลขที่

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ที่ ชื่อเรื่อง

1. ประสพการณ์เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์	สิ่งที่ต้องการรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์

2. การวางแผนการสืบค้นและศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. แต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4. จากภาพ 2.1 เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. แนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไปใช้ประโยชน์

.....

.....

.....

6. สรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์

7. สิ่งที่ได้เรียนรู้



.....

.....

.....

.....

8. บันทึกหลังเรียน

ด้านความรู้.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....

.....

ด้านจิตวิทยาศาสตร์.....

.....

ด้านอื่น ๆ.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย	สมจิต	สวธนไพบูลย์
	Somchit	Savathanaphaibul
ตำแหน่ง	รองศาสตราจารย์	
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ประวัติการศึกษา	<p>พ. ศ. 2509 กศบ. การศึกษาบัณฑิต (การสอนฟิสิกส์) วิทยาลัยวิชาการศึกษา บางแสน จังหวัดชลบุรี (มหาวิทยาลัยนบูรพา)</p> <p>พ. ศ. 2516 M.Ed. (Secondary Education-Teaching Science) มหาวิทยาลัยพิทสเบิร์ก รัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา</p>	
ประสบการณ์ในการวิจัย	<p>การวิจัยทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาหลักสูตรและการสอน</p>	
ผลงานวิจัย	<p>พ. ศ. 2535 เรื่อง การศึกษาผลการจัดการชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์ งานวิจัยปีการศึกษา 2518 – 2534 ทูจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</p> <p>พ. ศ. 2537 เรื่อง การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจากการเรียนด้วย ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทูจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</p> <p>พ. ศ. 2545 เรื่องการวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาคุณจารย์และชุดเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับการพัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพครูด้วยการวิจัยเป็นฐาน ทูจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ</p> <p>พ. ศ. 2546 เรื่อง การสังเคราะห์รูปแบบการสอนของครูต้นแบบตามแนว พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ทูจาก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ</p> <p>พ.ศ. 2546 การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย</p> <p>พ.ศ. 2548 การวิจัยและพัฒนาชุดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบยั่งยืน</p> <p>พ.ศ. 2548 การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกอบรมการวิเคราะห์หลักสูตรที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน</p> <p>พ.ศ. 2548 การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์</p>	

- แบบหลากหลายภาษาสู่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT / IT)
- พ.ศ. 2548 การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการค้นคว้าวิทยาศาสตร์สู่การสื่อสารแบบสร้างสรรค์บนอินเทอร์เน็ต
- พ.ศ. 2548 การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการชดเชยกิจกรรมด้านการใช้วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรมจริยธรรม
- พ.ศ. 2549 การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการสร้างค่านิยมการพัฒนาโครงการด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- พ.ศ. 2549 การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกอบรมบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนสู่การปฏิบัติงานแบบโครงการ : ชุมชนเพื่อการเรียนรู้
- พ.ศ. 2549 การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกอบรมการส่งเสริมคุณภาพชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับพุทธปรัชญา (วิถีชีวิตแบบไทย)
- พ.ศ. 2549 การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พื้นบ้านที่สัมพันธ์กับวิถีชีวิตไทย
- พ.ศ. 2549 การวิจัย และพัฒนานวัตกรรม กระบวนการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ชุมชนด้วยเทคโนโลยีสู่สากลบนอินเทอร์เน็ต
- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนา รูปแบบการบริหารจัดการจากหลักสูตรสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนากระบวนการสร้างวิสัยทัศน์สู่การพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้วยกระบวนการทางธรรมชาติบนฐานการวิจัยในชั้นเรียน
- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนา รูปแบบการสร้างแหล่งการเรียนรู้แบบเบ็ดเสร็จ : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนาการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากห้องเรียนธรรมชาติสู่สากล
- พ.ศ. 2550 การสังเคราะห์ศักยภาพผู้ทรงภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน
- พ.ศ. 2550 การพัฒนาชุดการเรียนรู้กระบวนการส่งเสริมศักยภาพภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์
- พ.ศ. 2550 การพัฒนาชุดฝึกอบรมการต่อยอดศักยภาพภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์
- พ.ศ. 2550 การพัฒนาเทคนิคการจัดการด้านประสิทธิภาพทางเทคโนโลยีพื้นบ้านบนพื้นฐานด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สู่การพัฒนาเศรษฐกิจแบบพอเพียง

- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์
สู่การปฏิรูปการศึกษา
- พ.ศ. 2550 การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการส่งเสริมศักยภาพชุมชนแห่งการ
เรียนรู้

ประวัติการรับทุน

- พ. ศ. 2535 ทุนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พ. ศ. 2537 ทุนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พ. ศ. 2544 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
- พ. ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัย

- | | | |
|------------------------|-----------------|---------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์สมจิต | สวนไพบุลย์ | หัวหน้าโครงการวิจัย |
| 2. ดร. ดำเนิน | ยาท้วม | |
| 3. อาจารย์เกื้อกุล | เนตรมัย | |
| 4. อาจารย์ปยุตย์นที | เกื้อกุลพิพัฒน์ | |
| 5. อาจารย์วิมลพรรณ | พนมเริงศักดิ์ | |
| 6. อาจารย์จันทิมา | สุขพัฒน์ | |
| 7. อาจารย์ปราโมทย์ | ธรรมสาโรช | |
| 8. อาจารย์อภาพร | สิงหราช | เลขานุการ |

คณะนิสิตผู้ช่วยงานวิจัย

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. นางสาวศันสนีย์ | จันทะวงศ์ |
| 2. นายธีรภัทร์ | ดงยางวัน |
| 3. นางสาวพัชรี | ร่มพยอม |
| 4. นางสาวปารมี | สัมฤทธิ์สุทธิ |
| 5. นางสาววิไลรัตน์ | กลั่นจันทร์ |