ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวประภารัตน์ สิงหเสนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE WITH ARGUMENT MAPPING ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN KNOWLEDGE APPLICATION OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Praparat Singhasena

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

521683

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	ประภารัตน์ สิงหเสนา
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบจิตร คำจัตุรัส)

ประภารัตน์ สิงหเสนา: ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE WITH ARGUMENT MAPPING ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN KNOWLEDGE APPLICATION OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ดร. วัชราภรณ์ แก้วดี, 123 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 4) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2โรงเรียนจิตรลดา ปีการศึกษา 2552 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง และกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2552

##4983712827: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: 5E LEARNING CYCLE / ARGUMENT MAPPING / SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT / ABILITY IN KNOWLEDGE APPLICATION

PRAPARAT SINGHASENA: EFFECTS OF USING 5E LEARNING CYCLE WITH ARGUMENT MAPPING ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN KNOWLEDGE APPLICATION OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. THESIS ADVISOR: WATCHARAPORN KAEWDEE, Ph.D, 123 pp.

The objectives of this study were to compare 1) students' science learning achievement before and after learning by using 5E learning cycle with argument mapping 2) students' science learning achievement between experimental group, who learned science by using 5E learning cycle with argument mapping, and comparative groups, who learned science by using traditional instruction 3) students' ability in applying knowledge before and after learning by using 5E learning cycle with argument mapping 4) students' ability in applying knowledge between experimental and comparative groups. The samples were Mathayom Suksa Two students of Chitralada School in Academic Year 2009. These samples were divided into two groups: experimental group was assigned to learn science by using 5E learning cycle with argument mapping and comparative group was assigned to learn science by using traditional instruction. The research instruments were science learning achievement test and ability in knowledge application test. The collected data were analyzed by means of arithmetic mean, percentage, standard deviation and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The experimental group's posttest mean scores of science learning achievement were higher than pretest mean scores at the significance level of .05

2. The experimental group's posttest mean scores of science learning achievement were higher than the comparative group at the significance level of .05

3. The experimental group's posttest mean scores of ability in applying knowledge higher than pretest mean score at the significance level of .05

4. The experimental group's posttest mean scores of ability in applying knowledge higher than the comparative group at the significance level of .05

Department : Curriculum, Instruction and Education Technology Student's Signature : Praparat Singhasena

Field of Study : Science Education Advisor's Signature : Watcharaporn Kaew

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความเมตตากรุณาช่วยเหลือ และเอาใจใส่อย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ระหว่างการทำวิจัยเพื่อช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.อลิศรา ชูชาติ ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ รวมทั้งกรุณาห่วงใยและให้คำแนะนำตลอดเวลาที่ศึกษา และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบจิตร คำจัตุรัส กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้หญิงอังกาบ บุณยัษฐิติ ผู้จัดการและผู้อำนวยการโรงเรียนจิตรลดา ตลอดจนคณาจารย์โรงเรียนจิตรลดาทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุนนาค รองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการนักเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และอาจารย์กอบนวล จิตตินันทน์ ที่คอยห่วงใย ดูแล ช่วยเหลือ และให้คำแนะนำต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัยอาจารย์จรินทร์ทิพย์ วรกิจสวัสดิ์ และอาจารย์วิรุฬห์ หุตะวัฒนะที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการใช้ การเขียนและการแปลภาษาต่างประเทศ อาจารย์วีระนุช ปานทวีป และอาจารย์อุมาพร สงสุวรรณ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการแปลผลทางสถิติตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นม2/1 และม.2/3 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนจิตรลดาทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ให้กำเนิดที่ให้ความรักความอบอุ่นคอยห่วงใยเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา สนับสนุนทุนทรัพย์ในการเรียนและการวิจัยในครั้งนี้ ขอบพระคุณญาติ พี่น้องทุก ๆ คน ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจในการเรียนเสมอมา ตลอดจนขอบคุณเพื่อนนิสิตรุ่นพี่ เพื่อนร่วมรุ่น และรุ่นน้องที่รักทุกคนที่เป็นกำลังใจเรื่อยมา ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอมอบคุณค่าและคุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเครื่องบูชาแด่บูรพคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และบิดามารดาผู้มีพระคุณสูงสุดด้วยความเคารพยิ่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่
1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 6
สมมติฐานการวิจัย 6
ขอบเขตการวิจัย 8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
1. แผนผังเชิงโต้แย้ง 12
1.1 ความเป็นมาของแผนผังเชิงโต้แย้ง 12
1.2 การสร้างและการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ 13
2. วงจรการเรียนรู้แบบ 5E 15
2.1 ความเป็นมาและทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E 15
2.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้5E 16
2.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E 21
2.4 วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 23
2.4.1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 23
2.4.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 26
3.1 วิสัยความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการวิทยาศาสตร์ 26
3.2 แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 27
4. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ 30
4.1 ความหมายของความสามารถในการประยุกต์ความรู้ 30
4.2 แนวทางการวัดผลและประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ 32
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ 5E 33
5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 35
5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 35
5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการประยุกต์ความรู้ 36
3 วิธีการดำเนินการวิจัย 37
การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 38
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 52
การวิเคราะห์ข้อมูล 55
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 57
ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ 59
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 63
สรุปผลการวิจัย 63
อภิปรายผล 64
ข้อเสนอแนะ 67

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง..... 70

ภาคผนวก..... 76

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 77

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 80

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวบข้อมูล..... 107

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 112

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง..... 121

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทของครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E.....	21
2	บทบาทของครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E.....	24
3	ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (f-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	39
4	หัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	41
5	กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ.....	45
6	สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	47
7	ประเด็นโต้แย้งในแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง.....	53
8	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	57
9	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	58
10	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	59
11	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) คะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	61
13	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	113
14	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	114
15	ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับสาระวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้.....	115
16	แบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้.....	116
17	ความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ระหว่างผู้วิจัยและผู้ชี่ยวชาญ.....	117
18	แบบประเมินการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	118
19	คะแนนการประเมินการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในแผนการจัดการเรียนรู้.....	119
20	ระดับคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง.....	120

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังเชิงโต้แย้ง.....	14
2	แผนภูมิแนวโน้มคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	62
3	ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งที่นักเรียนจัดทำขึ้นเรื่อง “การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ”.....	122

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 (ปรับปรุง พ.ศ. 2545) หมวดที่ 4 ได้ระบุแนวการจัดการศึกษาไว้สรุปได้ว่าควรมีการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งมีความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพ และการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข นอกจากนี้สถานศึกษาควรจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหารวมทั้งจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 : ออนไลน์)

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเด็กและเยาวชน เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นความรู้พื้นฐานสำคัญของการเรียนในวิชาอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นผู้มีเหตุผลและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสามารถพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมต่างประเทศได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547 : ออนไลน์)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 3) รวมทั้งมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวังในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสรุปไว้ว่าผู้เรียนทุกคนต้องบรรลุทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิต สภาพแวดล้อม และการลงมือปฏิบัติจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 36-37) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์รวมทั้ง

การนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่สถานศึกษาควรพัฒนาให้เกิดแก่ผู้เรียน

จากความสำคัญและความจำเป็นในการส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าได้มีผู้ศึกษาหาวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เช่น จันทร์พร พรหมมาศ(2541) ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์ (2543) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อมรรัตน์ บุบผโชติ(2546) ศึกษาผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คณารักษ์ โชติจันทึก (2548) ศึกษาผลของการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ธนาวุฒิ ลาดวงษ์ (2548) ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นต้น

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำรูปแบบการสอน วิธีการสอน เทคนิคการสอนต่างๆ มาส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังพบปัญหานักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ดังเห็นได้จากรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนไทยปีการศึกษา 2549 พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 39.37 และมีคะแนนเฉลี่ยจากโครงสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 39.74 ตามลำดับ(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2549 : ออนไลน์) และเมื่อพิจารณาโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA (Program for International Student Assessment) ในปี 2549 หรือ PISA 2006 ได้ทำการประเมินผลนักเรียนจำนวนกว่า400,000 คนจาก 57 ประเทศ ที่จัดโดยกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วกลุ่มหนึ่งในยุโรปคือกลุ่มประเทศสมาชิก OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ซึ่งถือเอาคุณภาพของการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาเศรษฐกิจในอนาคตผลปรากฏว่า ประเทศในแถบเอเชียสามประเทศ ได้แก่ จีน-ฮ่องกง จีน-ไทเป และญี่ปุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 542 คะแนน

532 คะแนน และ531 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนสูงสุดสามอันดับแรก สำหรับประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421 คะแนนและเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ทั้งนี้นักเรียนโรงเรียนสาธิตเป็นกลุ่มเดียวที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD แสดงว่านักเรียนไทยร้อยละ 46 รู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 : ออนไลน์) รวมทั้งจากรายงานผลการประเมินความสามารถในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2550 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2007) พบว่าประเทศไทยได้คะแนน 471 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่500 คะแนน โดยมีนักเรียนที่ได้คะแนน 400-475 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มต่ำถึงร้อยละ32 และมีนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่า 625 คะแนนเพียงร้อยละ 3 จัดอยู่ในอันดับที่21 จากทั้งหมด59 ประเทศ (สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2552 : 75) และเมื่อพิจารณาจากรายงานการค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET มัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา2552 ของสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า นักเรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่3 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 29.16 ซึ่งต่ำกว่าวิชาภาษาไทยและสังคมศึกษาที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.35 และร้อยละ 39.70 ตามลำดับ(สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2552 : ออนไลน์) จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาจึงพอสรุปได้ว่านักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

สำหรับปัญหาด้านความสามารถในการประยุกต์ความรู้นั้นพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นยังมีความสามารถในด้านนี้ค่อนข้างต่ำ ดังจะเห็นได้จากในระหว่างปีการศึกษา2542-2545 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นของไทยทำข้อสอบแบบเขียนตอบที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในการอธิบายเหตุผล และการอธิบายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งของประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับที่21 จาก 41 ประเทศทั่วโลกที่เข้าร่วมการประเมิน(สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2545 : 34-35) อีกทั้งปัจจุบันมีการโฆษณาแอบอ้างคุณภาพของสินค้าเกินจริง ซึ่งหากประชาชนหรือผู้บริโภคไม่มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ตลอดจนไม่มีการนำความรู้ไปใช้พิจารณาข้อมูล ข่าวสารที่ได้รับก็จะเกิดผลเสียขึ้นได้ ดังรายงานการร้องเรียนจากผู้บริโภคในเรื่องสินค้า และบริการทั่วไป จากสภาพการณ์ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคยังขาดการพิจารณาอย่างมีเหตุผล และการไตร่ตรองข้อมูลก่อนการตัดสินใจ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการประยุกต์ความรู้ (สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค, 2552 : ออนไลน์) จากสภาพการณ์ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนยังขาดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาการให้เหตุผล และการไตร่ตรองข้อมูลก่อนการตัดสินใจซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของกรประยุกต์ความรู้

วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งความรู้ความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิด และการนำความรู้ไปใช้ โดยรูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ5 ขั้นดังที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study : BSCS, 2005 : Online) ได้ระบุขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบ 5E ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยอาจสาธิต หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

2. ขั้นสำรวจค้นหา(Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูลเป็นต้น

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพและสรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

ทั้งนี้ได้มีการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E ไปใช้เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของSaunders and Shepardson (1987 อ้างถึงในจันทร์พร พรหมมาศ, 2541 : 28) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบนามธรรมที่เน้นการอธิบายและบรรยาย งานวิจัยของสุนีย์ เหมะประสิทธิ์(2540 : 108-110) ที่พบว่ารูปแบบการเรียนการสอน 5E มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางสังคมและจริยธรรม งานวิจัยของเปรมจิตร บุญสาย (2541 : 369-379) ที่พบว่า วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสอนสูงกว่าก่อนทดลองสอน และงานวิจัยของวัฒนา จิรธนสมบัติ(2542 : 75)

ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนการสอนแบบ 5E ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ80

แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument Mapping) เป็นแผนผังที่แสดงถึงหลักฐานและเหตุผลที่มีต่อข้อความหรือข้ออ้างหรือประเด็นโต้แย้งนำไปใช้ในการอธิบายเหตุผลของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ การประเมินการให้เหตุผลของบุคคล การลงมติหรือการลงความเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (Austhink, 2007 : Online) โดยแผนผังเชิงโต้แย้งแบ่งหลักฐานหรือเหตุผลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 หลักฐานหรือเหตุผลที่สนับสนุนข้อความหรือข้ออ้าง และส่วนที่ 2 หลักฐานหรือเหตุผลที่คัดค้านข้อความหรือข้ออ้างนั้น แผนผังเชิงโต้แย้งประกอบด้วยส่วนที่เป็น**กล่องข้อความและลูกศร** กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งบนสุดของภาพ คือ ข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้ออ้างหลัก (Main Contention) ที่นำมาโต้แย้งหรืออภิปรายร่วมกัน กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมา คือ ข้อความที่เป็นหลักฐานและเหตุผลที่มีต่อประเด็นหรือข้ออ้างหลักในกล่องบนสุด กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่สนับสนุนข้ออ้างหลัก (Reason) และส่วนที่คัดค้าน (Objection) สำหรับลูกศรนำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นว่ากล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมาเป็นหลักฐานหรือเหตุผลที่สนับสนุนของกล่องข้อความด้านบน (Austhink, 2007 : Online) ทั้งนี้มีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะการให้เหตุผลและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ ทำให้เกิดการตัดสินใจเลือกได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Twardy (2003 : 1 - 19) ที่ได้นำแผนผังเชิงโต้แย้งมาสอนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาประวัติศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์ในคณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยโมนาช (Monash University) ประเทศออสเตรเลีย จำนวน 88 คน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง (Computer – Based Argument Mapping) เพื่อประกอบการอภิปรายและสรุปการเรียนการสอน รวมทั้ง Harrell (2005: Online) ที่ได้นำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษามหาวิทยาลัย Carnegie Mellon ในวิชาปรัชญาเบื้องต้น จำนวน 139 คน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่ถูกฝึกให้สร้างแผนผังเชิงโต้แย้งมีความสามารถในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบและประเมินข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

จากความเป็นมา และปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E จึงน่าจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ (Lawson, 2001 : 165) รวมทั้งมีความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้น (วิชาญ เลิศลพ, 2543 : 113) นอก จากนี้การใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอนน่าจะส่งเสริมให้เกิดทักษะการให้เหตุผลและทำให้

เกิดการตัดสินใจเลือกได้ดีขึ้น ซึ่งอาจพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนได้ (Twardy, 2003 : 1 – 19 และ Harrell, 2005 : Online) และจากการสืบค้นเอกสาร ตำรา และงานวิจัยไม่ปรากฏว่ามีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ขั้นขยายความรู้ของวงจรการเรียนรู้ 5E เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมาก่อน ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
3. เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
4. เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget' s Theory of Cognitive Development) ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับ

สภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิศนา แขมมณี, 2545 : ออนไลน์)

วงจรการเรียนรู้ 5E มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ช่วยกระตุ้นยั่วยุ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้อยากเห็น ฝึกให้นักเรียนสามารถวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสารสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ สามารถวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเองระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ ทั้งนี้หากนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะพัฒนาในเรื่องการอธิบายเหตุผลของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจการประเมินการให้เหตุผลของบุคคล และการลงมติหรือการลงความเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะของการประยุกต์ความรู้ ดังนั้นการนำวงจรการเรียนรู้5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์น่าจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ทั้งนี้จากการศึกษาเบื้องต้นไม่ปรากฏว่ามีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

3. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในพระบรมราชูปถัมภ์และพระราชินูปถัมภ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนกระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E แผนผังเชิงโต้แย้งและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2551 เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต และระบบในร่างกายมนุษย์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

แผนผังเชิงโต้แย้ง หมายถึง แผนผังที่แสดงเหตุผลหรือหลักฐานในการสนับสนุนหรือคัดค้านข้อความหรือข้ออ้างหรือประเด็นโต้แย้งที่กำหนด โดยใช้กล่องและลูกศรแสดงความเชื่อมโยงของเหตุผลหรือหลักฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนข้อความหรือข้ออ้างหรือประเด็นโต้แย้ง และส่วนที่ 2 เหตุผลหรือหลักฐานที่คัดค้านข้อความหรือข้ออ้างหรือประเด็นโต้แย้งนั้น

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ที่เน้นกระบวนการสืบสอบ และนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในขั้นตอนที่ 4 ของการสอน วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งจะนำไปสู่ การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ ทำการทดลอง และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล อภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปความรู้

4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่ออธิบายหรือให้เหตุผลในประเด็นโต้แย้งที่กำหนดให้แล้วนำมาใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติในประเด็นโต้แย้งดังกล่าว การนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในขั้นนี้มีขั้นตอนการเขียนแผนผัง 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นแนะนำองค์ประกอบของแผนภาพเชิงโต้แย้ง

2) ขั้นกำหนดข้ออ้างหรือประเด็นโต้แย้ง

3) ขั้นนำเสนอเหตุผลหรือหลักฐาน

4) ขั้นพิจารณาเหตุผลหรือหลักฐาน

5) ขั้นนำเสนอและแสดงแผนผัง

5. ขั้นประเมิน(Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการสอน3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2. ขั้นกิจกรรมเป็นขั้นที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล อภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปความรู้

3. ขั้นสรุปเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งจำแนกเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ โดยการนำความรู้ไปใช้พิจารณาจากความสามารถของนักเรียนที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางส่วนไปใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์วัดได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ/หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ไปในใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตซึ่งนักเรียนพัฒนาความสามารถนี้จากการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งที่ครูจัดให้นักเรียนปฏิบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่ต้องใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติซึ่งวัดได้จากแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นักเรียน หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในพระบรมราชูปถัมภ์และพระราชินูปถัมภ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนกระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แผนผังเชิงโต้แย้ง
    - 1.1 ความเป็นมาของแผนผังเชิงโต้แย้ง
    - 1.2 การสร้างและการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้
2. วงจรการเรียนรู้แบบ 5E
    - 2.1 ความเป็นมาและทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E
    - 2.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E
    - 2.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E
    - 2.4 วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
        - 2.4.1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
        - 2.4.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 3.2 แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้
    - 4.1 ความหมายของความสามารถในการประยุกต์ความรู้
    - 4.2 แนวทางการวัดผลและประเมินผลความสามารถในการประยุกต์ความรู้
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้5E
    - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
    - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการประยุกต์ความรู้

1. แผนผังเชิงโต้แย้ง

1.1 ความเป็นมาของแผนผังเชิงโต้แย้ง

แผนผังเชิงโต้แย้ง (Argument Mapping) ได้ปรากฏว่ามีการนำมาใช้ในแบบเรียนวิชาตรรกศาสตร์ เมื่อปี ค.ศ.1836 โดย Richard Whately แต่ผู้ที่มีชื่อเสียงที่สุดในการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ คือ John Henry Wigmore ซึ่งนำแผนผังนี้มาใช้ในการแสดงหลักฐานทางกฎหมาย ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 นักปรัชญาชื่อ Stephen Toulmin ได้พัฒนารูปแบบแผนผังเชิงโต้แย้ง จนทำให้เป็นที่นิยมมากขึ้นการที่แผนผังเชิงโต้แย้งให้ความสำคัญกับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ทำให้มีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในแบบเรียนต่างๆอย่างแพร่หลาย และเริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา ปัจจุบันนอกจากจะมีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในวงการศึกษาแล้วยังมีการนำไปใช้ในการทำงานด้านอื่นๆด้วย เช่น การวิเคราะห์เพื่อวางแผนนโยบายของหน่วยงาน เป็นต้น (van Gelder, 2009 : Online)

ข้อดีของการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้นั้นพอสรุปได้ดังนี้ (Austhink, 2007 : Online)

1. ช่วยฝึกการให้เหตุผลและฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
2. ช่วยทำให้การให้เหตุผลกระจ่างชัด เข้มแข็ง และเป็นระบบ
3. ช่วยทำให้การสื่อสารเหตุผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้น
4. ช่วยประเมินเหตุผลทำให้สามารถตัดสินใจเลือกได้ดีขึ้น
5. ช่วยลดข้อโต้แย้งระหว่างบุคคล
6. ช่วยทำให้การเรียนน่าสนใจและเรียนอย่างสนุกสนาน

การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งถูกนำมาใช้เพื่อแสดงการให้เหตุผล การหาข้อสรุปของความคิดเห็นเพื่อนำมาสู่การตัดสินใจขององค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ เช่น Twardy (2003: 1-19) ได้นำแผนผังเชิงโต้แย้งมาสอนนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชาประวัติศาสตร์และปรัชญาวิทยาศาสตร์ในคณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยโมนาช (Monash University) ประเทศออสเตรเลีย จำนวน 88 คน โดยแผนผังเชิงโต้แย้งที่สร้างขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer-Based Argument Mapping) เพื่อประกอบการอภิปรายและสรุปบทเรียน นอกจากนี้ Harrell (2005 : Online) ได้นำแผนภาพเชิงโต้แย้งมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษามหาวิทยาลัย Carnegie Mellon จำนวน 139 คน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างแผนภาพเชิงโต้แย้งเพื่อ

ฝึกการวิเคราะห์เนื้อเรื่องในวิชาปรัชญาเบื้องต้น ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่ถูกฝึกให้สร้างแผนผังเชิงโต้แย้งมีความสามารถในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และประเมินข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

1.2 การสร้างและการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้

แผนผังเชิงโต้แย้งเป็นแผนผังที่แสดงหลักฐานที่ใช้เป็นเหตุผลในการสนับสนุนและโต้แย้งต่อข้อความหรือข้ออ้างหนึ่งหนึ่ง กล่าวคือ แผนผังนี้จะแบ่งเหตุผลหรือหลักฐานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นเหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนข้อความหรือข้ออ้าง และส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลหรือหลักฐานที่คัดค้านข้อความหรือข้ออ้าง การเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งประกอบด้วยส่วนที่เป็น **กล่องข้อความและลูกศร** กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งบนสุดของภาพ คือ ข้อความที่เป็นประเด็นหรือข้ออ้างหลัก (Main Contention) ที่นำมาโต้แย้งหรืออภิปรายร่วมกัน กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมา คือ ข้อความที่เป็นเหตุผลหรือหลักฐานที่มีต่อประเด็นหรือข้ออ้างหลักซึ่งอยู่ในกล่องตำแหน่งบนสุด กล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมานี้แบ่งออกเป็น2 ส่วน คือ ส่วนที่สนับสนุนข้ออ้างหลัก(Reason) และส่วนที่คัดค้านข้ออ้างหลัก(Objection) สำหรับลูกศรนำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นว่ากล่องข้อความที่อยู่ตำแหน่งรองลงมาเป็นหลักฐานหรือเหตุผลที่สนับสนุนของกล่องข้อความด้านบน (Twardy, 2003 : 6 ; van Gelder, 2002 : 3) การสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งมีหลักการสำคัญ4 ข้อ ดังนี้(Austhink, 2007 : Online)

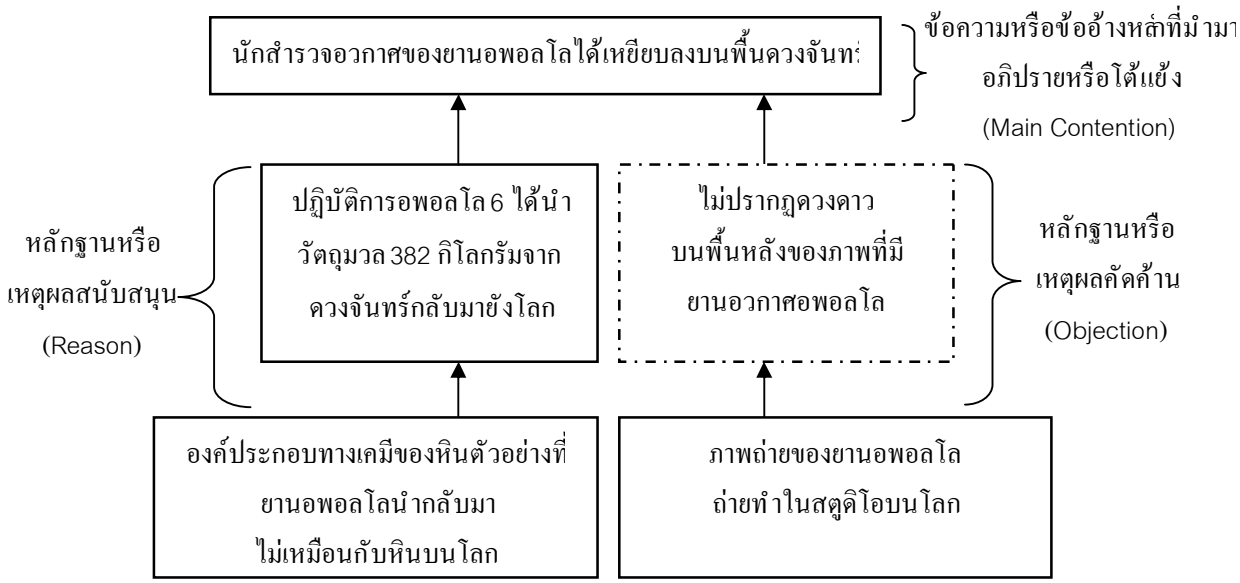
1. ข้อความที่แสดงหลักฐานสนับสนุน(Reason) หรือหลักฐานโต้แย้ง(Objection) ในกล่องข้อความต้องเขียนเป็นประโยคบอกเล่าที่สมบูรณ์ ไม่เขียนเป็นประโยคคำถาม

2. ข้อความสำคัญในข้ออ้างหลักหรือประเด็นโต้แย้ง(Main Contention) จะต้องปรากฏอยู่ในหลักฐานสนับสนุนหรือหลักฐานโต้แย้ง

3. หากไม่ปรากฏข้อความสำคัญของข้ออ้างหลักในกล่องข้อความสนับสนุนหรือโต้แย้ง จะต้องมีคำที่สอดคล้องปรากฏอยู่หรือที่เรียกว่าหลักฐานร่วม

4. กล่องข้อความที่เป็นข้ออ้างหลักหรือประเด็นโต้แย้งจะอยู่ตำแหน่งบนสุด ส่วนกล่องข้อความที่เป็นหลักฐานสนับสนุน(Reason) และหลักฐานโต้แย้ง(Objection) จะอยู่ตำแหน่งรองลงไป

ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งปรากฏในแผนภาพที่



แผนภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง (Austhink, 2007 : Online)

หลักฐานสนับสนุน

สำหรับการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้นั้น พบว่ามีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การอธิบายเหตุผลของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ การประเมินการให้เหตุผลของบุคคล การลงมติหรือการลงความเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (Austhink, 2007 : Online)

การนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้นั้นมี 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้ (van Gelder, 2002 : 12-17)

1. ขั้นแนะนำแผนภาพเชิงโต้แย้ง (Introduce Argument Mapping) ผู้สอนอธิบายองค์ประกอบและหลักการการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งให้ผู้เรียนทราบ

2. ขั้นระบุประเด็นหลัก (Identify the Central Proposition) ผู้สอนนำผู้เรียนอภิปรายเพื่อหาข้ออ้างหลักที่จะนำมาใช้ในการโต้แย้ง

3. ขั้นเสนอหลักฐาน (Canvass the Argument) ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดวิเคราะห์ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาหลักฐานสนับสนุนและหลักฐานโต้แย้งของข้ออ้างหลัก

4. ขั้นพิจารณาหลักฐานที่เหมาะสม (Review Arguments Seeking Rational Consensus) ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าหลักฐานใดที่นำไปสู่การตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ

5. ขั้นจัดพิมพ์และแสดงแผนผัง (Print and Display Map) ผู้เรียนนำแผนผังที่สร้างขึ้นมาจัดพิมพ์หรือจัดแสดงให้กลุ่มอื่นรับทราบข้อสรุปภายในกลุ่ม ซึ่งอาจทำให้เกิดประเด็นโต้แย้งและการตัดสินใจใหม่อีกครั้ง

2. วงจรการเรียนรู้แบบ 5E

2.1 ความเป็นมาและทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

วงจรการเรียนรู้ 5E เริ่มใช้ครั้งแรกในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ประมาณต้นปี 1960 สำหรับ และในปัจจุบัน พบว่า มักมีการนำกิจกรรมการเรียนการสอนมาใช้กันอย่างกว้างขวางในระดับมัธยมศึกษา (Llewellyn, 2005 : 46)

วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget' s Theory of Cognitive Development) ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิศนา แขมมณี, 2545 : ออนไลน์)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548 : 24) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาและจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับ

ข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 146) กล่าวว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแนวคอนสตรัคติวิสต์ คือ การที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา โดยจัดสภาพการณ์ให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น และเน้นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle และเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 147) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้นักเรียนจะต้องสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 146) โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา แขมมณี, 2544 : 140)

2.2 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

ก่อนที่จะมีการนำการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E มาใช้นั้น พบว่าได้มีนักวิชาการและหน่วยงานทางการศึกษานำเสนอขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายท่าน จนกระทั่งถูกพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน โดยหน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study : BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1990 ซึ่งสามารถสรุปเป็นลำดับ ได้ดังนี้

Karplus และคณะ (1967; cited in Lawson, 1995 : 159-160) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนตามวงจรการเรียนรู้ไว้ในโปรแกรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (Science curriculum improvement study program: SCIS) ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ(Exploration)
2. ขั้นสร้าง(Invention)
3. ขั้นค้นพบ(Discovery)

Barman และ Kotar (1989; cited in Lawson, 1995 : 134-139) ได้นำวงจรการเรียนรู้มาปรับปรุงให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ(Exploration)
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์(Concept Introduction)
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application)

Lawson (1995 : 134-139) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ไว้ 3 ขั้นตอน ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ Carin (1993) และ Abruscato (1996) ขั้นตอนการสอนมีสาระสำคัญดังนี้

1. ขั้นสำรวจ(Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ(ขั้นสร้างมโนทัศน์ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์(Term Introduction/Concept Formation/Concept Acquisition) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์(Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

Barman (1989; cited in Abruscato, 1996 : 37) ได้นำเสนอวงจรการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอน โดยเพิ่มการสอนในขั้นตอนที่4 คือ ขั้นประเมินผลและอภิปรายดังนี้

1. ขั้นสำรวจ(Exploration phase)
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์(Concept Introduction Phase)
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์(Concept Application Phase)
4. ขั้นประเมินผลและอภิปราย(Evaluation and Discussion Phase)

Martin และคณะ (1994 : 194) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของ Barman เป็นดังนี้

1. ขั้นสำรวจ(Exploration phase)
2. ขั้นอธิบาย(Explanation phase)
3. ขั้นขยายมโนทัศน์(Expansion phase)
4. ขั้นประเมินผล(Evaluation phase)

หน่วยงานด้านการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา(Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ระบุขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้ (Llewelly, 2005 : 46-48)

1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยอาจสาธิตหรือยกตัวอย่างเหตุการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

2. ขั้นสำรวจค้นหา(Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูลเป็นต้น

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 146-147) ได้นำวงจรการเรียนรู้ 5E มาเผยแพร่ในประเทศไทย โดยระบุรายละเอียดของขั้นตอนการสอนของวงจรการเรียนรู้ 5E สรุปได้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะต้องศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

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

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนหนึ่งที่เน้นกระบวนการสืบสอบโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้น และตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง มีการนำประสบการณ์เรียนรู้ใหม่ปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิม หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสอน5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)

การกระตุ้นให้เกิดความสนใจสิ่งที่จะเรียนรู้ และทบทวนประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จากการตั้งคำถาม หรือการสาธิตเพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration)

การค้นหาคำตอบของปัญหาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การทดลอง สำรวจสืบค้น เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)

การอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ และทำความเข้าใจกับปัญหาที่ศึกษาเพื่อนำให้ได้ข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

การนำข้อค้นพบที่ผ่านกิจกรรมการทดลอง สำรวจ ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ประกอบการตัดสินใจ เพื่อส่งเสริมการประยุกต์ความรู้

5. ขั้นประเมิน(Evaluation)

การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง

2.3 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

Llewelly (2005: 49-50) กล่าวถึงบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E พอสรุปได้ดังตารางที่1

ตารางที่ 1 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงรการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1. สร้างความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น 2. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	1. ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ 2. แสดงความสนใจประเด็นที่ครูนำเสนอ
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจ สืบค้นหาคำตอบร่วมกัน 2. สังเกตและฟังการตอบคำถามและอภิปรายของนักเรียน 3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้คำปรึกษา แนะนำแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับเพื่อนและครู 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว

ตารางที่ 1 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงรการเรียนรู้ 5E (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์หรือขยายความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ 2. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย	1. นำการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	1. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนโดยการสังเกตการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม เช่น ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม หรือใช้ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ที่มา: BSCS 5E Model reprinted from *BSCS Biology: A Human Approach*. Copyright 2003 by BSCS, publish by Kendall/ Hunt Publishing Company. Reproduced with permission. (Llewelly, 2005: 49-50)

2.4 วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งเป็นขั้นตอนการสอนที่อ้างอิงจากวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญตามลำดับ และนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเทคนิคในการเรียนการสอนในขั้นขยายความรู้

2.4.1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

ขั้นตอนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งอธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยอาจสาธิต หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

2. ขั้นสำรวจค้นหา(Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต การวัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ใช้แผนผังเชิงโต้แย้งมาเป็นเครื่องมือในการประยุกต์ความรู้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติประเด็นโต้แย้งที่กำหนดโดยการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ในการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

   1) ขั้นแนะนำแผนภาพเชิงโต้แย้ง
   2) ขั้นระบุประเด็นหลัก
   3) ขั้นเสนอหลักฐาน
   4) ขั้นพิจารณาหลักฐานที่เหมาะสม
   5) ขั้นจัดพิมพ์และแสดงแผนผัง

5. ขั้นประเมินผล(Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

2.4.2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

การนำวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการประยุกต์ความรู้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งสรุปได้ดังตารางที่2

ตารางที่ 2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1. สร้างความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น 2. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	1. ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ 2. แสดงความสนใจประเด็นที่ครูนำเสนอ
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจ สืบค้นหาคำตอบร่วมกัน 2. สังเกตและฟังการตอบคำถามและอภิปรายของนักเรียน 3. ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้คำปรึกษา แนะนำแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับเพื่อนและครู 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป

ตารางที่ 2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง(ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. อธิบายองค์ประกอบและหลักการการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง(ครูแนะนำองค์ประกอบและหลักการการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งก่อนดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่1 ดังนั้นในขั้นนี้จึงอาจทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบและหลักการการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งสั้นๆอีกครั้ง) 2. เสนอประเด็นโต้แย้งที่เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา 3. กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากเรียนรู้มาเขียนเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนและโต้แย้ง ประเด็นโต้แย้งที่กำหนด 4. กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันว่าจะตัดสินใจเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานในส่วนสนับสนุนหรือโต้แย้ง 5. ให้นักเรียนเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง แล้วออกมานำเสนอแผนผังหน้าห้องเรียนพร้อมอธิบายว่าจะตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติตามประเด็นโต้แย้งที่กำหนดหรือไม่	1. ทบทวนการองค์ประกอบและหลักการการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง 2. นำประเด็นโต้แย้งที่ครูกำหนดมาร่วมกันพิจารณาภายในกลุ่ม 3. ร่วมกันอภิปรายถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นโต้แย้งที่กำหนดและเขียนเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนและโต้แย้งลงในใบงาน 4. ร่วมกันอภิปรายร่วมกันว่าจะตัดสินใจเชื่อเหตุผลหรือหลักฐานในส่วนสนับสนุนหรือโต้แย้ง 5. เขียนแผนภาพ และนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้ง พร้อมอธิบายว่าจะตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติตามประเด็นโต้แย้งที่กำหนดหรือไม่

ตารางที่ 2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง(ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	1. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนโดยการสังเกตการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม เช่น ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม หรือใช้ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Caroll (อ้างถึงในภพเลาหไพบูลย์, 2537 : 63) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลสัมเร็จทางการเรียนอันเนื่องมาจากความถนัดทางการเรียน ความสามารถส่วนตัวที่จะเข้าใจการสอนของครู ความพยายามในการเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนของนักเรียน

Good (1937 : 7 อ้างถึงในสุกัญญากตัญญู 2542 : 25) ได้ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลการสะสมความรู้ ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าอันเกิดจากกระบวนการ

เรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ซึ่งผลที่เกิดจากการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

พิมพันธ์เดชะคุปต์และพเยาว์ยินดีสุข (2548 : 125) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

จากข้อมูลข้างต้น พอที่จะสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นผลจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย

3.2 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Bloom (1974: 682-688 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548 : 126) ได้จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านปัญญา คือ ความรู้และการคิด เรียงลำดับ ดังนี้ ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านความรู้สึกตัว ความสนใจ เจตคติ ความซาบซึ้ง การปรับตัว เป็นต้น

3. ด้านทักษะพิสัย (Psycomotor Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านทักษะ คือ ความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ

Klopfer (อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 126-129) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านวิชาการ โดยวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 9 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับ

หลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ และความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท ได้แก่

1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ซึ่งผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป

3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงเรื่องของเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 11-15) ได้เสนอพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ดังนี้ 1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูล หรือข้อสาระสนเทศ 2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้ 3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง 4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆให้เข้าใจได้ง่าย 5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และ 6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติโดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ 1) ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้ เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ และ 2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ2 ด้าน คือ 1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแบ่งออกเป็น 2 ด้านหลัก คือ ด้านวิชาการ ได้แก่ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้และด้านเจตคติ ได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านวิชาการเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่

1) ด้านความรู้ความจำ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีความจำในเรื่องที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ด้านความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดเพื่อแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่น

3) ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4) ด้านการนำความรู้ไปใช้ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

2. ด้านเจตคติเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้2 ด้าน ได้แก่

1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของนักผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สำหรับหการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านวิชาการ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ความจำหมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริงข้อตกลง คำศัพท์หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจหมายถึง ความสามารถในการรู้จักอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริงจากข้อมูลกฎ หลักการ ทฤษฎี

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ประกอบการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้

4.1 ความหมายของความสามารถในการประยุกต์ความรู้

การประยุกต์ความรู้ (Applying Knowledge) มีนักการศึกษาได้อธิบายความหมายไว้ ดังนี้

ปริทัศน์ เจริญช่าง (อ้างถึงในไทยปัญญา จันปุ่ม2535 : 12) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการประยุกต์และเทคโนโลยี ไว้ว่า การประยุกต์ หมายถึงการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์มาดัดแปลงด้วยลักษณะการและกรรมวิธีที่เหมาะสมให้สามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้

ทิศนา แขมมณี (2544 : 131) กล่าวว่าการประยุกต์ความรู้ (Applying) เป็นทักษะการคิดขั้นสูง หรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน(Higher Order or More Complexed Thinking Skills) หมายถึง การคิดที่มีขั้นตอนหลายขั้นและต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดที่เป็นแกนหลายๆทักษะในแต่ละขั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 87) กล่าวว่าการประยุกต์ความรู้ คือ วิธีการที่นำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ สืบค้น หรือทดลองมาแล้วไปใช้ในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม สามารถบูรณาการทักษะและความรู้ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อชีวิต การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2544: 140) เสนอว่าการประยุกต์ความรู้ประกอบด้วยทักษะย่อยดังนี้

1. การพิจารณาบริบทของสิ่งที่ยังไม่รู้ และนำมาเทียบเคียงกับโครงสร้างความรู้เดิม เพื่อค้นหาว่ามีอะไรที่เหมือนหรือคล้ายกัน และมีอะไรที่ต่างกัน

2. การนำความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักความคิดรวบยอดในบริบทที่เหมือนหรือคล้ายกันมาสรุปอ้างอิงใช้ในบริบทของสิ่งที่ยังไม่รู้

3. การใช้หลักเหตุผล เพื่อตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับหลักการความคิดรวบยอดของสิ่งที่ยังไม่รู้ในบริบทที่ต่างจากบริบทของความรู้เดิม โดยพยายามพิจารณารายละเอียดของบริบทแต่ละส่วน

4. การสร้างโครงสร้างความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งที่ยังไม่รู้ โดยนำผลการสรุปอ้างอิงและผลการใช้หลักเหตุผล เพื่อตั้งสมมติฐานมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นภาพรวมที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน

5. การลงมือปฏิบัติตามโครงสร้างความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. การนำข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมภายหลังการประยุกต์ความรู้ในแต่ละสถานการณ์ย่อยๆ มาเติมหรือปรับโครงสร้างความรู้ใหม่ให้สอดคล้องถูกต้องยิ่งขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นความสามารถซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นสูง และเป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปในใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่ต้องใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติอย่างมีเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4.2 แนวทางการวัดผลและประเมินผลความสามารถในการประยุกต์ความรู้

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนแล้ว ยังมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูง และพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วย ซึ่งการพัฒนาความสามารถและทักษะนั้น พอที่จะสรุป ได้ดังนี้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 : 153-155)

1. ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making) คือ การฝึกนักเรียนให้ตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ โดยอาศัยพื้นฐานของข้อมูลหรือความรู้ที่เชื่อถือได้อย่างมีเหตุผล

2. การพัฒนาความคิดขั้นสูง(Higher-orderd Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนมีความสามารถทางสติปัญญาที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวติดในวิชาต่างๆ ซึ่งความคิดขั้นสูง ประกอบด้วย

1) ความคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนสามารถจำแนก รวบรวมประเด็นต่างๆเป็นหมวดหมู่

2) ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่อย่างพอเพียง

3) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนคิดแปลกใหม่ คิดยืดหยุ่น และคิดแตกต่างจากผู้อื่น

4) ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่างๆ ที่เป็นประเด็นโต้แย้งในทางสังคม โดยให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน

5) ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) คือ การฝึกให้นักเรียนพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาวางแผนในการตรวจสอบ และอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) คือ การฝึกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยการพูดหรือเขียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะการสื่อสารได้แก่

1) การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือวารสาร การดูรายการโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เนต

2) การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาภาคสนาม

3) การจัดแสดงผลงาน

4) การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากข้อมูลข้างต้น พอสรุปได้ว่าความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นความสามารถที่นักเรียนต้องนำความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งหมดมาใช้ในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ซึ่งต้องอาศัยการประเมินการคิดวิเคราะห์ และการถ่ายทอดความคิดด้วยทักษะการเขียน ดังนั้นการวัดและประเมินผลความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนนั้นควรใช้แบบสอบแบบอัตนัย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ 5E

Hill (2000 : online) ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้สอนปฏิบัติการเคมีเพื่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สุขภาพแก่นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 โดยใช้วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และภาพเลียนแบบ อาศัยกิจกรรมทำงานร่วมกันอย่างกระฉับกระเฉงและการสืบสอบความรู้โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก พบว่านักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดี

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540 : 108-110) ได้ศึกษาจากการจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ในโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนในโรงเรียนกรุงเทพมหานคร โดยจัดหลักสูตรแบบบูรณาการที่ใช้การเล่นเชิงวิชาการเป็นฐานของการเรียนรู้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางสังคมและจริยธรรม โดยจัดเป็นหลักสูตรที่ใช้สอนในชั้นเรียนกับหลักสูตรเสริมในศูนย์วิทยาการและศูนย์เพื่อนเด็ก จากผลการติดตามสอบถามครูผู้ใช้แผนการสอนพบว่า ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

เปรมจิตร บุญสาย (2541 : 369-379) ได้ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E สอนบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสอนสูงกว่าก่อนทดลองสอน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของ สสวท.

วัฒนา จิรธนสมบัติ (2542 : 75) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แผนการสอนแบบ 5E พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ ยกเว้นทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และนักเรียนยังมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานทางด้านวิชาการและทางด้านทักษะทางสังคมสูงกว่าร้อยละ 80

วิชาญ เลิศลพ (2543: 113) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ รูปแบบสสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวงจรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 เรียนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ กลุ่มที่ 2 เรียนตามรูปแบบสสวท. และกลุ่มที่ 3 เรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวงจรการเรียนรู้กับสสวท. พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิคอย่างง่าย และคลื่นของนักเรียนทั้ง3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 และ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่2 และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิคอย่างง่าย และคลื่นของนักเรียนทั้ง3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 และ3 มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ 2

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

Harrell (2005) ได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้สร้างแผนภาพเชิงโต้แย้งเพื่อฝึกการวิเคราะห์เนื้อเรื่องในวิชาปรัชญา ของมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon และHarrell (2005) ได้นำแผนภาพเชิงโต้แย้งมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษามหาวิทยาลัยCarnegie Mellon ในวิชาปรัชญาเบื้องต้น จำนวน139 คน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่ถูกฝึกให้สร้างแผนภาพเชิงโต้แย้งมีความสามารถในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และประเมินข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Calik (2006: 257) ศึกษาความเข้าใจมโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และด้านความจำระยะยาวระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์(2543, บทคัดย่อ) ศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิซึมและการใช้แฟ้มผลงาน ในการสอนเรื่องพลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มทดลองเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิซึมกับการใช้แฟ้มผลงาน และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจับ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงขึ้น โดยกลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรักติวิซึม กับการใช้แฟ้มผลงานมีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้สูงที่สุด

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการประยุกต์ความรู้

Schwarz และ Gwekewerere (2007: 158) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างความรู้ และการประยุกต์ความรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบ Guided Inquiry กับการเรียนการสอนด้วย EMIA Model ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย EMIA Model มีความสามารถในการสร้างความรู้ และการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบแบบ Guided Inquiry อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งและกลุ่มเปรียบเทียบเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ วงจรการเรียนรู้ 5E และแผนผังเชิงโต้แย้ง

1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่3 เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน

1.3 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร เกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในพระบรมราชูปถัมภ์และพระราชินูปถัมภ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนจิตรลดาสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาที่1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2552 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1) การกำหนดโรงเรียน

ผู้วิจัยกำหนดโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงเรียนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกโรงเรียน มีดังนี้

1.1) เป็นโรงเรียนสหศึกษาที่อยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์ และพระราชินูปถัมภ์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ และผู้บริหารและครูในโรงเรียนให้การสนับสนุน และให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2) การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากเป็นระดับชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนจิตรลดา มีจำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งอาจมีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

2.1) นำคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นรายห้อง

2.2) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง3 ห้องด้วยสถิติทดสอบเอฟ (f-test)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง3 ห้อง ปรากฏดังตารางที่3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (f-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2

ค่าทาสถิติ / ห้องเรียนที่	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	df	f-test
ม.2/1	100	61.44	10.99	38	
ม.2/2	100	63.42	11.27	39	.437
ม.2/3	100	63.73	11.33	38	

$p > .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้น ม2/1 มีคะแนนเฉลี่ย 61.44 คะแนน นักเรียนชั้น ม2/2 มีคะแนนเฉลี่ย 63.42 คะแนน และนักเรียนชั้น ม2/3 มีคะแนนเฉลี่ย 63.73 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง3 ห้องเรียนด้วยสถิติทดสอบค่าเอฟ พบว่า นักเรียนทั้ง3 ห้องเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2.3) กำหนดให้นักเรียนห้อง ม.2/1 และม.2/3 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนห้องเรียนละ 38 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้สาเหตุที่ไม่เลือกนักเรียนห้อง ม.2/2 เป็นกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากมีนักเรียนจำนวน3 คน อยู่ในโครงการส่งเสริมพัฒนาการตามศักยภาพทางการเรียนรู้ของนักเรียน (สศน.) ซึ่งอาจมีผลต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

2.4) ทำการสุ่มห้องเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนห้อง ม.2/3 มีนักเรียนจำนวน 38 คน เป็นกลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งเนื่องจากมีระดับพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน มีจำนวนเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน และช่วงอายุใกล้เคียงกันและให้นักเรียนห้อง ม.2/1 มีนักเรียนจำนวน 38 คน เป็นกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์ดดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

1.2) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2) แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

เครื่องมือแต่ละชนิดมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ทดลองสอนกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรของโรงเรียนและหนังสือคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2) ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือ เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต และระบบในร่างมนุษย์ จากคู่มือครูและหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

3) ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้ง จากนั้นดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน หัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 หัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	อาหารและสารอาหาร 1) ความสำคัญของสารอาหารประเภทต่างๆที่มีผลต่อร่างกาย 2) การตรวจสอบสารอาหาร 3) โรคที่เกิดจากการขาดสารอาหาร	5
2	ความต้องการพลังงานของร่างกาย 1) ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการพลังงานของร่างกาย 2) การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานของดัชนีมวลกาย 3) คุณค่าอาหารในอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม	4
3	วัตถุเจือปนในอาหาร 1) ความหมายของวัตถุเจือปน สิ่งปลอมปนและสิ่งปนเปื้อนในอาหาร 2) ประเภทและสมบัติทั่วไปของวัตถุเจือปน 3) วิธีการตรวจสอบและผลการตรวจสอบสิ่งปลอมปนในอาหารต่างๆ	4
4	ระบบประสาท 1) ความหมายของระบบประสาท 2) หน้าที่และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง 3) หน้าที่และการทำงานของระบบประสาทรอบนอก 4) การเกิดพฤติกรรมแบบรีเฟลกซ์	3

ตารางที่ 4 หัวข้อเรื่องและจำนวนคาบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน(ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
5	ระบบย่อยอาหาร 1) ความหมายและประเภทของการย่อยอาหาร 2) ทางเดินอาหารและการย่อยในทางเดินอาหารของมนุษย์	4
6	ระบบหมุนเวียนเลือด 1) อวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือด 2) การหมุนเวียนของเลือดผ่านหัวใจ 3) อัตราการเต้นของชีพจร	4
7	ระบบหายใจ 1) กระบวนการหายใจ 2) กลไกการหายใจเข้าและออก	3
8	ระบบขับถ่าย 1) ความหมายของของเสีย 2) การกำจัดของเสียทางไต ผิวหนัง ลำไส้ใหญ่และปอด	3
	รวม	**30**

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถูกต้อง เหมาะสม และความสอดคล้องของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนรู้และความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งประเด็นที่ใช้ในการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง จากนั้นแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ใน 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

5.1) ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาทางชีววิทยา

5.2) ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลและประเมินผล

5.3) ความสอดคล้องของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนกับแผนการจัดการเรียนรู้ (เฉพาะแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง)

ผลการตรวจสอบ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะ สรุปเพิ่มเติมได้ดังนี้

1) การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนการสอนให้ระบุถึงความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรม หรือการทดลองของนักเรียน

2) การเขียนเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนการสอนควรตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำศัพท์ว่าใช้คำว่าไลปิด หรือไขมัน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่าหน้าที่ของโปรตีนว่าช่วยซ่อมแซมเซลล์ต่างๆ หรือช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

3) การเขียนขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน มีข้อเสนอแนะสรุปเพิ่มเติมได้ดังนี้

3.1) ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) ไม่ควรนำเรื่องที่จะใช้สอนมาตั้งคำถามนำในขั้นนี้

3.2) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) ควรให้นักเรียนทุกกลุ่มได้มีโอกาสนำเสนอผลการทดลองหรือผลการศึกษาค้นคว้า และควรมีกิจกรรมอื่นๆ นอกจากให้นักเรียนสรุปเป็นผังกราฟฟิก

3.3) ขั้นขยายความรู้(Elaboration) ครูควรแสดงวิธีการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งให้นักเรียนทราบก่อนจึงให้นักเรียนลงมือทำ

3.4) ขั้นประเมิน(Evaluation) ให้เพิ่มเติมกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินผลให้หลากหลาย

6) นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 1 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนจิตรลดา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

8) นำนำผลที่ได้จากการทดลองสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง(แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในภาคผนวก ค)

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเยนการสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติมีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่มีการเสนอแนะไว้ในคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช2544 โดยมีการแบ่งเนื้อหาและเวลาสอนเหมือนกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกตินี้ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน3 ขั้นตอนคือ ขั้นนำ ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุปซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ ปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง	แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนโดยการยกตัวอย่างสถานการณ์ แสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะสอน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเกิดความสนใจในบทเรียน	1. ขั้นนำ ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนโดยการยกตัวอย่างสถานการณ์ แสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะสอน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเกิดความสนใจในบทเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration) ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นจากหนังสือ เอกสาร และสื่อมัลติมีเดีย เป็นต้น	2. ขั้นกิจกรรม ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นจากหนังสือ เอกสาร และสื่อมัลติมีเดีย การเล่นเกม เป็นต้น
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) ครูให้นักเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การสร้างผังกราฟฟิก การจัดทำสมุดเล่มเล็ก การทำโปสเตอร์ เป็นต้น	3. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การสร้างผังกราฟฟิก การจัดทำสมุดเล่มเล็ก การทำโปสเตอร์ เป็นต้น

ตารางที่ 5 กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง	แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งจากประเด็นที่ครูกำหนด และเขียนอธิบายการตัดสินใจว่าเชื่อ/ไม่เชื่อประเด็นโต้แย้งนั้น 5. ขั้นประเมิน(Evaluation) ครูให้นักเรียนเล่นเกม หรือทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน	

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับหลักการและวิธีวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้แก่ทัทรา นิคมานนท์ (2540 : 107-131) ศิริชัย กาญจนวาสี (อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2544 :180) ทิศนา แขมมณี และคณะ (2544: 67-68) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545 : 160) Victor Noll (อ้างถึงในวัญญา วิศาลาภรณ์2533 : 24) และ Nitko (2004 : 205)

2) สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3) วิเคราะห์โครงสร้างของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดหัวเรื่องของเนื้อหาให้ครอบคลุมองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน รวมทั้ง กำหนดสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละหัวเรื่องดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สัดส่วนจำนวนข้อของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	จำนวนข้อในแต่ละหัวเรื่อง								
	อาหารและสารอาหาร	ความต้องการพลังงานของร่างกาย	วัตถุเจือปนในอาหาร	ระบบประสาท	ระบบย่อยอาหาร	ระบบหมุนเวียนเลือด	ระบบหายใจ	ระบบขับถ่าย	รวม (ข้อ)
1) ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	1	1	1	8
2) ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	1	1	1	8
3) การนำความรู้ไปใช้	2	2	2	2	2	2	2	2	16
4) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1	1	1	8
รวม (ข้อ)	5	5	5	5	5	5	5	5	40

4) ดำเนินการสร้างแบบสอบซึ่งเป็นแบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งสิ้น40 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือ ไม่ตอบ หรือ ตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

5) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวเลือกกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดดังตารางที่ 13 ในภาคผนวก ง) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบสอบมีความตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

6.1) ปรับปรุงข้อคำถามให้สามารถสื่อความหมายชัดเจนขึ้น ได้แก่ ข้อคำถามที่ 2 จาก “อาหารชนิดใดเมื่อนำมาถูกับกระดาษแล้วทำให้กระดาษโปร่งแสงได้” เป็น “อาหารชนิดใดเมื่อนำมาถูกับกระดาษแล้วทำให้กระดาษโปร่งแสงมากที่สุด” ข้อคำถามที่ 22 จาก “น้ำย่อยชนิดใดทำงานได้ดีในสภาวะที่ต่างจากพวก” เป็น “น้ำย่อยข้อใดทำงานได้ดีในสภาวะที่มี pH ต่ำกว่าน้ำย่อยข้ออื่นๆ และข้อคำถามที่ 31 จาก “ขณะที่คนเราหายใจเข้าและออกนั้น อาศัยหลักการทำงานของอวัยวะใดบ้าง” เป็น “ขณะที่คนเราหายใจเข้าและออกนั้น อาศัยหลักการทำงานของอวัยวะใดเป็นหลัก”

6.2) ปรับปรุงตัวเลือก ตัวลวงให้ถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น ได้แก่ ตัวลวงข้อ 13 จาก “ใช้สารเจือปนที่สามารถละลายในน้ำได้ดี” เป็น “ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ” ตัวเลือกข้อ 29 จาก “การรับประทานอาหารประเภทต้ม/นึ่งแทนการทอด/ผัด” เป็น “การออกกำลังกายตอนเช้าและตอนเย็น” ตัวเลือกข้อ 30 จาก “ศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อทำกิจกรรมต่างๆ” เป็น “ศึกษาการทำงานของหัวใจ เมื่อทำกิจกรรมต่างๆ” ตัวลวงข้อ 38 จาก “คะน้าผัดน้ำมันหอย” เป็น “แกงเลียงกุ้งสด”

6.3) ควรเรียงลำดับตัวเลือก ตัวลวง ตามความสั้นยาวของข้อความ

6.4) ถ้าตัวเลือก ตัวลวงเป็นตัวเลขควรทำให้เป็นตัวเลขลงตัวที่ ลงท้ายด้วย 0 หรือ 5 นักเรียนจะได้คิดได้เร็วขึ้น ป้องกันการคาดเดาคำตอบ เนื่องจากไม่อยากคำนวณตำตอบ

6.5) ควรใช้สัญลักษณ์ของหน่วยให้เหมือนกัน

6.6) ควรเปลี่ยนชื่อตัวละครให้อ่านง่ายๆ

จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขปรับปรุงแบบสอบให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

7) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนจิตรลดา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

8) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบรายข้อ ได้แก่ ค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าระดับความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ

8.1) วิเคราะห์ค่าความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบสอบรายข้อ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ (Test Analysis Program: TAP (version 4.3.5)) พบว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.75 (รายละเอียดดังตารางที่ 14 ในภาคผนวก ง)

8.2) วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72

9) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง (แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาคผนวก ค)

2.2 แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาองค์ประกอบ แนวทางการวัดและประเมินความรู้ในการประยุกต์ความรู้จากเอกสาร ตำรา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้แก่ได้แก่ ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 160) และ Nitko (2004: 205)

2) กำหนดลักษณะของแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบประกอบด้วยสถานการณ์ที่มีสาระวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน จำนวน4 สถานการณ์ ได้แก่ สูตรเพิ่มพลังก่อนขึ้นสังเวียน อาหารขึ้นชื่อรับน้อง และพนักงานดีเด่น ในแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม จำนวน2 ข้อ รวมข้อสอบทั้งสิ้น8 ข้อ

3) นำแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4) นำแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของสถานการณ์กับสาระวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ0.5 ขึ้นไป(รายละเอียดดังตารางที่ 15 ในภาคผนวก ง) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบสอบมีความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับสาระวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

4.1) ปรับคำที่ไม่จำเป็นให้ลดลงและเรียบเรียงประโยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.2) ปรับสถานการณ์ให้มีความชัดเจนมากขึ้นได้แก่ สถานการณ์ “สูตรเพิ่มพลังก่อนขึ้นสังเวียน” ควรระบุอาหารหลักและอาหารเสริมในแต่ละมื้อไม่ว่าจะเป็นช่วงก่อนซ้อมและหลังซ้อมไม่ชัดเจน สถานการณ์ “อาหารขึ้นชื่อ” ควรระบุว่าศรีสุดาสั่งเกตเครื่องปรุงรสด้วยและสถานการณ์ “พนักงานดีเด่น” อาจระบุเพิ่มให้ชัดเจนว่าธงไชยสูบบุหรี่มากน้อยแค่ไหนในแต่ละวัน เพื่อให้นักเรียนคิดได้ว่าอาจตรวจพบอาการใดเมื่อทำการตรวจ ร่างกายและไม่มีข้อความใดที่บ่งชี้ว่าธงไชยสูบบุหรี่เป็นประจำ แม้ว่าจะมีการระบุว่าเขาจะสูบบุหรี่ให้น้อยลงทั้งนี้เพื่อนักเรียนจะได้สามารถนำมาประยุกต์เป็นคำตอบได้ดีขึ้น

จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวนท่านมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขปรับปรุงแบบสอบให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5) กำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก ที่ประกอบด้วยรายการประเมิน 3 ข้อ คือ 1) ความครบถ้วนของข้อความรู้ 2) การอธิบายรายละเอียด 3) การเรียบเรียงประโยค ในแต่ละรายการประเมินแบ่งระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก พอใช้ และปรับปรุง จากนั้นกำหนดตัวบ่งชี้ของระดับความสามารถดังกล่าว

6) นำแบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (รายละเอียดดังตารางที่ 16 ในภาคผนวก ง)

7) ตรวจคุณภาพของเกณฑ์การประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

7.1) นำแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

7.2) นำแบบสอบมาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ท่าน ซึ่งสอนวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 24 ปี ตามรายการประเมินในแบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7.3) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical package for the social science: SPSS 11.5 for window) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของเกณฑ์การให้คะแนนมีค่าเป็น 0.85 แสดงว่า การให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญมีความสัมพันธ์กันตามเกณฑ์ที่กำหนด (รายละเอียดดังตารางที่ 17 ในภาคผนวก ง)

8) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบทั้งฉบับ โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (statistical package for the social science : SPSS 11.5 for window) พบว่า แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.63

9) นำแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง (แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาคผนวก ข)

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินการทดลอง

1) ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

2) แนะนำวิธีการเรียน พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทราบ

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง และสอนกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที ตั้งแต่วันที่ 26 พฤษภาคม 2552 ถึงวันที่ 18 กันยายน 2552 โดยมีขั้นตอนดำเนินการทดลอง ดังนี้

1) ผู้วิจัยสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งซึ่งมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้น โดยมีการนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้เฉพาะขั้นตอนที่ 4 เท่านั้น

1.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูจัดกิจกรรมการเรียนการรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน เช่น การยกตัวอย่างสถานการณ์ การใช้คำถาม เป็นต้นซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

1.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นจากหนังสือ เอกสาร และสื่อมัลติมีเดีย เป็นต้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มและดำเนินการสำรวจตรวจสอบตามกิจกรรมดังกล่าวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

1.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหามาอภิปรายร่วมกัน เพื่อวิเคราะห์ และสรุปเป็นข้อความรู้

โดยจัดกระทำในหลายรูปแบบ เช่น การสร้างผังกราฟิก การทำสมุดเล่มเล็กเป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

1.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูแจ้งประเด็นโต้แย้ง แล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง เพื่อประกอบการตัดสินใจเชื่อหรือไม่เชื่อประเด็นโต้แย้งนั้นซึ่งการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ในการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นแนะนำแผนภาพเชิงโต้แย้งเป็นขั้นที่ครูอธิบายองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้ง และหลักการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งให้นักเรียนรับทราบ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการอธิบายองค์ประกอบและหลักการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งให้นักเรียนได้ทราบก่อนดำเนินการทดลอง ดังนั้นเมื่อมีการจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ผู้วิจัยจึงเพียงทบทวนองค์ประกอบและหลักการสร้างแผนผังเชิงโต้แย้งอีกครั้งก่อนการเรียนการสอน

2) ขั้นระบุประเด็นหลักเป็นขั้นที่ครูระบุประเด็นในการโต้แย้ง ซึ่งควรเกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนต้องนำข้อความรู้มาเขียนเหตุผลลงในแผนผังเชิงโต้แย้งโดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยประเด็นโต้แย้ง 1 ประเด็น ข้อมูลปรากฏ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ประเด็นโต้แย้งในแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

หน่วยการเรียนรู้ที่	หัวเรื่อง	ประเด็นโต้แย้ง
1	อาหารและสารอาหาร	อาหารจานด่วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
2	ความต้องการพลังงานของร่างกาย	หญิงมีครรภ์ควรรับประทานอาหารเสริม
3	วัตถุเจือปนในอาหาร	บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้คุณค่าทางโภชนาการ
4	ระบบประสาท	การชกมวยช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท
5	ระบบย่อยอาหาร	การรับประทานอาหารคำใหญ่ทำให้ร่างกายนำพลังงานไปใช้ได้มากขึ้น
6	ระบบหมุนเวียนเลือด	การรับประทานอาหารประเภทผัดหรือทอดทำให้เกิดโรคหัวใจ
7	ระบบหายใจ	การปลูกต้นไม้ประดับรอบบริเวณบ้านช่วยบรรเทาอาการโรคภูมิแพ้อากาศ
8	ระบบขับถ่าย	การดื่มน้ำมากทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ

3) ขั้นเสนอหลักฐานเป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเสนอหลักฐานสนับสนุนและหลักฐานโต้แย้งของประเด็นโต้แย้งโดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากการเรียนในขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration) และขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) ขั้นพิจารณาหลักฐานที่เหมาะสมเป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าเหตุผลสนับสนุนหรือเหตุผลโต้แย้ง เหตุผลใดที่นำไปสู่การตัดสินใจเชื่อหรือไม่เชื่อประเด็นโต้แย้งนั้น

5) ขั้นเขียนและนำเสนอแผนผังเชิงโต้แย้งเป็นขั้นที่นักเรียนนำแผนผังเชิงโต้แย้งที่สร้างขึ้นมาจัดแสดงให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้พิจารณา และอธิบายการตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่อประเด็นโต้แย้งนั้น โดยให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

1.5) ขั้นประเมิน (Evaluation) ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบเช่น การเล่นเกม การทำแบบทดสอบ เป็นต้น

2) ผู้วิจัยสอนนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ มีขั้นตอนการสอน3 ขั้น ดังนี้

2.1) ขั้นนำครูจัดกิจกรรมการเรียนการรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน เช่น การยกตัวอย่างสถานการณ์ การใช้คำถาม เป็นต้น ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2.2) ขั้นกิจกรรมครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นจากหนังสือ เอกสาร และสื่อมัลติมีเดีย เป็นต้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มและดำเนินการสำรวจตรวจสอบตามกิจกรรมดังกล่าวเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาอภิปรายร่วมกันเพื่อวิเคราะห์และสรุปเป็นข้อความรู้ โดยจัดกระทำในหลายรูปแบบ เช่น การสร้างผังกราฟิก การทำสมุดเล่มเล็กเป็นต้น แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

2.3) ขั้นสรุปครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบเช่น การเล่นเกม การทำแบบทดสอบ เป็นต้น

4.3 ขั้นหลังดำเนินการทดลอง

1) เมื่อดำเนินการสอนครบถ้วนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ผู้วิจัยนำแผนผังเชิงโต้แย้งที่นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างขึ้นจากประเด็นโต้แย้งในขั้นตอนการสอนขั้นที่ (ขั้นขยายความรู้) ของการจัดการเรียนการสอนทั้ง 8 แผน มาตรวจให้คะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งซึ่งผู้วิจัยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ความถูกต้องและครบถ้วนของการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง และการเขียนเหตุผลในกล่องข้อความที่เป็นหลักฐาน(รายละเอียดดังตารางที่ 17 ในภาคผนวก ง)

2) ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

3) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical package for the social science: SPSS 11.5 for window) โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง โดยใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน(t-test dependent) แบบมีทิศทาง

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งและกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) แบบมีทิศทาง

3) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง โดยใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน(t-test dependent) แบบมีทิศทาง

4) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งและกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) แบบมีทิศทาง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำแผนผังเชิงโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้นมาตรวจสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียน โดยการวิเคราะห์การเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีการเก็บรวมรวมและวิเคราะห์ข้อมูล2 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนและหลังเรียน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็น2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test dependent) แบบมีทิศทาง ปรากฏผล ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t-test
		$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD		
กลุ่มทดลอง	40	31.38	12.55	2.66	58.68	23.47	4.08	37	16.102*

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่าก่อนเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 12.55 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.66 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.38 และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 23.47 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.08 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 58.68 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) แบบมีทิศทางปรากฏผล ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	df	t-test
กลุ่มทดลอง	40	58.68	23.47	4.08	37	21.46*
กลุ่มเปรียบเทียบ	40	54.28	21.71	2.99	37	

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่าหลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 23.47 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.08 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 58.68 ในขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ย 21.71 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.99 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 54.28 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง

และกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบทีแบบมีทิศทาง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาศึกษา พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 29.11 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.48 ในขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ย 28.92 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.78 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบเอฟ พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ไม่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test dependent) แบบมีทิศทาง ปรากฏผล ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t-test
		$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD		
กลุ่มทดลอง	72	40.43	29.11	4.48	64.33	46.32	4.99	37	19.044*

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 29.11 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.48 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.43 และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 46.32 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.99 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 64.33 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) แบบมีทิศทาง ปรากฏผล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\overline{x}$	SD	df	t-test
กลุ่มทดลอง	72	64.33	46.33	4.99	37	4.188*
กลุ่มเปรียบเทียบ	72	57.49	41.39	5.23	37	

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 46.32 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.99 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 64.33 ในขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ย 41.39 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.23 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 57.49 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่ม

ทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที แบบมีทิศทาง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.3 การเปรียบเทียบคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

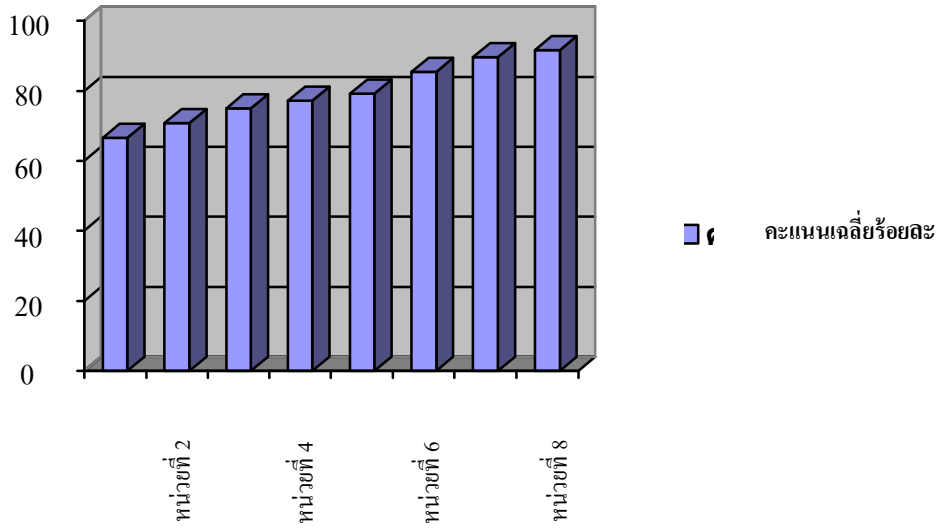
เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้จากความสามารถของนักเรียนในการนำแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติต่อประเด็นโต้แย้งที่กำหนดโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแสดงหลักฐานและเหตุผล ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสามารถในกรประยุกต์ความรู้ของนักเรียนโดยการวิเคราะห์การเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งดำเนินการโดยเปรียบเทียบคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) คะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คะแนนการเขียนแผนผัง	หน่วยการเรียนรู้ที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\overline{x}$	4.00	4.25	4.50	4.63	4.75	5.13	5.38	5.50
$\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$	66.67	70.83	75.00	77.17	79.17	85.50	89.67	91.67

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนตั้งแต่หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-8 เป็น 4.00, 4.25, 4.50, 4.63, 4.75, 5.13, 5.38, และ5.50 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนสามารถเขียนองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้งได้ถูกต้องและครบถ้วนและสามารถเขียนเหตุผลในกล่องข้อความที่เป็นหลักฐานได้สมบูรณ์ รวมทั้งสามารถเขียนเหตุผลโดยอาศัยข้อความรู้ที่ถูกต้องได้ดีขึ้นเป็นลำดับ

เมื่อพิจารณาแนวโน้มคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนปรากฏผล ดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แนวโน้มคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากแผนภูมิที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) การเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในหน่วยที่ 1 – 5 เท่ากับ 66.67, 70.83, 75.00, 77.17 และ 79.17 ตามลำดับ ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ และคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในหน่วยที่6-8 เท่ากับ 85.50, 89.67 และ 91.67 ตามลำดับ ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์ดี(รายละเอียดดังตารางที่ 19 ในภาคผนวก ง) แสดงว่าความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ตามจำนวนครั้งที่ได้ฝึกเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง4) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนจิตรลดา กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 38 คน โดยกำหนดเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งและกลุ่มเปรียบเทียบ คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง และใช้ระยะเวลาในการสอนทั้งสิ้น 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่2

3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่3

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีประเด็นอภิปรายที่สำคัญ2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่1 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบสอบ จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบ ทำการทดลอง และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล อภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปความรู้ (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ทำนองเดียวกัน หรือประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ (5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบซึ่งการที่นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังที่ ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 90-91) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบสอบโดยสรุปว่าการสอนแบบสืบสอบทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ รู้วิธีจัดระบบความคิดทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของของ Kayna และคณะ (Hacettepe University Journal of Education, 2009 : Online) ได้ศึกษาผลของการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนธื่องเซลล์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และงานวิจัยของเปรมจิตร บุญสาย (2541 : 369-379) ได้ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E สอนบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัยภายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.2 นักเรียนกลุ่มทดลองได้ฝึกการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง ซึ่งแผนผังเชิงโต้แย้งจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของผังกราฟิกที่ช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ แยกแยะและจัดระบบความคิดที่ทำให้เกิดเป็นความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจน และเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Beyer (1997 : 183) ที่กล่าวว่า “ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนมีการสะสมความรู้ได้ดี และช่วยทำให้เกิดการ

เรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถประยุกต์ผังกราฟิกให้อยู่ในรูปแบบต่างๆเพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้ภายหลังจากการคิด" สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์ (2543 : 65) ที่ศึกษาผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกแบบต่างๆได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือสูงกว่าร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ การเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งมีประเด็นที่นักเรียนต้องคิดตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dwyer Christopher P. และคณะ (Thinking Skills and Creativity, 2010 : Online) ที่พบว่าการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งในการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีคะแนนด้านความจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากเนื้อความ (Text)

จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ทำให้สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

2. ความสามารถในการประยุกต์ความรู้

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากเหตุผล ดังต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มทดลองมีการฝึกเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในขั้นขยายความรู้ของวงจรการเรียนรู้ 5E ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์การแยกแยะประเด็น การคิดหาเหตุผลทั้งในส่วนสนับสนุนและส่วนโต้แย้งและเขียนแสดงการตัดสินใจในประเด็นโต้แย้งที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว สอดคล้องกับทิศนา แขมมณี (2544 : 131) ที่กล่าวว่าการประยุกต์ความรู้

เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปในใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่ต้องใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ อย่างมีเหตุผล เพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ Koballa และคณะ (1990: 347 อ้างถึงในพฤกษ์ โปร่งสำโรง, 2549: 27) ที่กล่าวว่าการแก้ปัญหาคือ การนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองอันซับซ้อนที่อาศัยความรู้พื้นฐาน ความคิดรวบยอดและทักษะทั้งหลายที่เกี่ยวข้องมาใช้ร่วมกันนั้น คือ การแก้ปัญหาและสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบัน Austhink (2007: Online) ที่ระบุพบว่าการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งช่วยส่งเสริมการให้เหตุผล และทำให้บุคคล เกิดการตัดสินใจเลือกได้ดีขึ้น รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Harrell (2005: Online) ที่พบว่า นักศึกษาวิชาปรัชญาเบื้องต้นในมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon ที่ถูกฝึกให้สร้างแผนภาพเชิงโต้แย้งมีความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น และการที่นักเรียนได้เขียนหลักฐานสนับสนุน และโต้แย้งจากประเด็นที่กำหนดยังส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจน เนื่องจากผู้เรียนต้องทบทวนเนื้อหาแล้วนำมาเขียนเป็นหลักฐานและได้คิดอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือการคลี่คลายปัญหา

จากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ทำให้สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนได้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอสำหรับสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

ผู้บริหารสถานศึกษาควรบรรจุกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งลงในหลักสูตรสถานศึกษาและจัดอบรมให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นเป้าหมายหลักของการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์ และช่วยพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ซึ่งเป็นความสามารถที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ผู้สอนควรทำความเข้าใจหลักการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งให้ถูกต้องชัดเจนก่อนนำกิจกรรมนี้ไปใช้และควรมีการให้ความรู้หรืออธิบายการสร้างและการใช้แผนผังเชิงโต้แย้งให้กับนักเรียนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ประเด็นโต้แย้งที่นำมาใช้ควรมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับบทเรียน และสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 นอกจากแผนผังเชิงโต้แย้งได้นำมาใช้ในขั้นตอนที่ขั้นขยายความรู้ของวงจรการเรียนรู้ 5E แล้ว แผนผังเชิงโต้แย้งสามารถนำไปใช้ในทุกขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ 5E ตัวอย่างเช่น การนำแผนผังเชิงโต้แย้งมาใช้ในขั้นตอนที่ขั้นสร้างความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนการสอน เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบโดยการศึกษา ค้นคว้าหรือทำการทดลองต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้น ม1 และ ม.3 เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

2.3 ควรมีการศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้

2.4 ควรมีการนำวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประยุกต์ความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสาระภาษาไทย เป็นต้น

2.5 ควรมีการนำวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งไปใช้ในการพัฒนาตัวแปรตามอื่น เช่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณารักษ์ โชติจันทึก. **ผลของการสอนคิดนอกกรอบ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

คู่มือสัมมนาเสริม. **การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา ครั้งที่2**. แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช [ออนไลน์]. 2544. แหล่งที่มา: http://www.stou.ac.th /Thai/Grad_Study/Schools/Sed/Doc/24703/.doc [2550, 18 มิถุนายน]

จันทร์พร พรหมมาศ. **ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนคณะครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. **วิทยาการด้านการคิด** กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์, 2544.

ทิศนา แขมมณี. **ศาตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ทิศนา แขมมณี และคณะ.**การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด** [ออนไลน์]. 2545. แหล่งที่มา: http://www.onec.go.th/publication/4105001/think.pdf [2553, 9 มกราคม]

ไทยปัญญา จันปุ๋ **มความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการประยุกต์ใช้กับการใช้ความรู้ วิชาฟิสิกส์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 เขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ธนาวุฒิ ลาดวงษ์. **ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ เอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

เปรมจิตร บุญสาย. **การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง. **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. **ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2548.

ภัทรา นิคมานนท์. **การประเมินผลการเรียน**. กรุงเทพมหานคร: อักษราพิพัฒน์, 2540.

ภพ เลาหไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** ไทยวัฒนาพานิช: โรงพิมพ์กรุงเทพมหานคร, 2537.

วัญญา วิศาลาภรณ์.**การสร้างแบบทดสอบ**. กรุงเทพมหานคร: อักษราพิพัฒน์, 2533.

วัฒนา จิรธนสมบัติ. **การวิจัยเชิงปฏิบัติการ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.

วิชาญ เลิศลพ. **การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท.และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.

ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. **ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.), 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การวัดและประเมินผล**. [ออนไลน์]. 2545. แหล่งที่มา: http://202.29.77.139/primath/book_masterteacher/ Master_teacher47/Unit_6_Evaluations.pdf [2550, 18 มิถุนายน]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **สรุปการศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง สาขาชีววิทยา**. [ออนไลน์]. 2547. แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/biology/Article-pic/year4th/no35/5EsThaiBioClass24Nov2004.pdf [2551, 19 กุมภาพันธ์]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ OECD/PISA.** [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/pisa/index.html. [2553, 6 เมษายน]

สุกัญญา กตัญญู ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์. **ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิซึมและการใช้แฟ้มผลงาน ในการสอนหัวข้อเรื่อง พลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. วัฏจักรการเรียนรู้ **สารานุกรมศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ** (2546-2547): 241-244.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. **แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559).** [ออนไลน์]. 2545. แหล่งที่มา: http://www.onec.go.th/plan/surang/s_fullplan/fullplan.pdf [2551, 16 กุมภาพันธ์].

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2544**. กรุงเทพมหานคร: สกายบุ๊กส์. 2548.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน **รายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ปี การศึกษา 2549.** [ออนไลน์]. 2549. แหล่งที่มา: http://bet.obec.go.th/new_resultbet2549.html [2551, 10 มกราคม]

สำนักทดสอบทางการศึกษา **ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนO-NET มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552.** [ออนไลน์]. 2552.แหล่งที่มา: http://www/niets.or.th/upload-file/uploadfile/5/371f1becb7870d1eb400e3d46ef0ac.pdf [2553, 10 กุมภาพันธ์]

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค**สรุปผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภค ของสำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค สำนักนายกรัฐมนตรี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552**. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: http://www.ocpb.go.th/show_news.asp?id=766. [2553, 6 เมษายน]

สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา**สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2543**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟิค, 2545.

สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา**สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2550**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟิค, 2552.

อมรรัตน์ บุบผโชติ. **ผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ภาษาอังกฤษ

Abruscato, J. **Teaching children science: A discovery approach**. Boston: Allyn and Bacon. 1996.

Austhink. Argument mapping. **Critical Thinking On The Web**. [Online]. 2007. Available from: http://www.austhink.org/critical/pages/argument_mapping.html [2008, January 5]

Barman, C. R. and Kotar, M.. "The Learning Cycle". **Science and Children**. 1989.

Beyer, B. K. **Improving Student Thinking: A comprehensive approach**. America: Allyn and Bacon, 1997.

Bloom, B. S. and other. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw-Hill Book, 1971.

BSCS. **Learning Theory and the BSCS 5E Instructional Model** [Online]. 2005. Available from: http://www.bscs.orge/page.asp?pageid=0/2 [2010, January 15]

Calik, M. A constructivist-based model for the teaching of dissolution of gas liquid. **Asia-Pacafic Forum on Science Learning and Teaching**. 2006.

Dwyer, C. P. and other. **The Evaluation of Argument Mapping as a Learning Tool: Comparing the Effects of Map Reading versus Text Reading on Comprehension and Recall of Arguments.** Thinking Skills and Creativity, v5 n1 p16-22 .[Online]. 2010**.** Available from: http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/Home.[2010, January 29]

Harrell, M. Using Argument Diagrams to Improve Critical Thinking Skills in Introductory Philosophy. **The Journal of the Learning Sciences**. [Online]. 2005. Available from: http://www.hss.cmu.edu/.../harrell/ using_argument_diagrams.pdf [2008, April 18]

Harrell, M. **Using Argument Diagramming Software in the Classroom**. Carnegie Mellon University. [Online]. 2005. Available from: http://www.hss.cmu.edu/philosophy /harrell/argumentdiagramsinclassroom.pdf [2010, April 6]

Harrell, M. **Using Argument Diagrams to Improve Critical Thinking Skills in Introductory Philosophy**. [Online]. 2005. Available from: http://www.hss.cmu.edu/ …/harrell/using_argument_diagrams.pdf [2010, January 29]

Hill, J. Chemical, the Environment, and You: Explorations in Science and Human Health**. Grades 7-8 NIH Curriculum Supplement Series**. [Online]. 2000. Available from: http://thailis.uni.net.th/eric/detail.nsp[2007, August 26]

Kayna, and other. Effectiveness of 5E Learning Cycle Instruction on Students' Achievement in Cell Concept and Scientific Epistemological Beliefs. **Hacettepe University Journal of Education**, v37 p96-105. [Online]. 2009. Available from: http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/Home. [2010, January 29]

Lawson, A. E. **Science Teaching and Development of Thinking**. California: Wadsworth, 1995.

Llewelly. **Teaching High School Science Through Inquiry**. The United States of America. 2005.

Martin and others. **Teaching Science for All Children**. Boston: Allyn and Bacon, 1994.

Nitko, A. J. **Educational Assessment of Students**. New Jersey. Pearson Education, Inc., 2004**.**

Schwarz, V.C. and Gwekewerere, N.Y. Using a guide inquiry and modeling instructional framework (EMIA) to support preservice K-8 science teaching. **Science Education**. 2007.

Twardy, C.R. **Argument Maps Improve Critical Thinking**. [Online]. 2003. Available from: http://www.csse.monash.edu.au/~ctwardy/Papers/reasonpaper.pdf [2008, January 10]

van Gelder, T. **Enhancing Deliberation Though Computer Supported Argument Mapping** . [Online]. 2002. Available from: www.philosophy.unimelb.edu.au/ reason/papers/ Enhancing_Deliberation.pdf [2008, January 13]

van Gelder, T. **What is Argument Mapping: History and Future of Argument Mapping**. [Online]. 2009. Available from: http://timvangelder.com/2009/02/17/what-is-argument-mapping/ [2010, April 6]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์วิภา เกียรติธนบำรุง	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ฝ่ายมัธยม)
2. อาจารย์ดวงกมล เหมะรัต	ผู้ช่วยรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ และอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์
3. อาจารย์กอบนวล จิตตินันทน์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจิตรลดา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ปิโยรส ทองเกิด	อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุนนาค	รองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการนักเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจิตรลดา
3. อาจารย์ ดร.สุนันทา มนัสมงคล	รักษาการผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรปริินทร์ ชัยวิสุทธางกูร	อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรสถาพร ดียิ่ง	หัวหน้าสำนักงานคณะบดีคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ฉะเชิงเทรา
3. อาจารย์รำไพ ฟุ้งขจร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้ง

เรื่อง ระบบในร่างกายมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ระบบขับถ่าย คาบที่ 29 – 31 คาบ (150 นาที)

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 (3/3): สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต(พืช สัตว์ และมนุษย์) การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ และนำความรู้ไปใช้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบขับถ่ายของมนุษย์
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆที่ทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

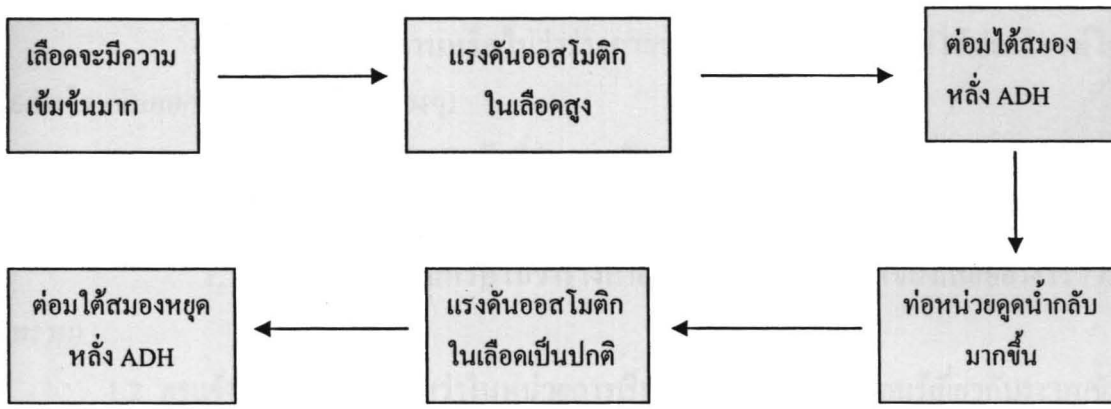
1. บอกความหมายของการขับถ่ายได้
2. อธิบายการสร้างปัสสาวะของไต และบอกสารที่ตรวจพบในปัสสาวะได้
3. อธิบายกลไกการดูดกลับน้ำของหน่วยไตได้
4. อธิบายการกำจัดของเสียออกทางผิวหนังได้

สาระสำคัญ

ระบบขับถ่าย หมายถึง ระบบการกำจัดสารหรือของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการออกจากร่างกาย ซึ่งการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย มีหลายวิธี ได้แก่ การกำจัดของเสียทางไต การกำจัดของเสียทางปอด การกำจัดของเสียทางผิวหนัง การกำจัดของเสียทางปอด และการกำจัดของเสียทางลำไส้ใหญ่

ของเสียที่ถูกขับออกทางไต คือ น้ำปัสสาวะ ซึ่งมีกลไก ดังนี้ ผนังของโกลเมอรูลัส จะกรองสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น กลูโคส แร่ธาตุ ยูเรีย ผ่านไปได้พร้อมกับน้ำ ส่วนสารที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน เซลล์เม็ดเลือด จะไม่ให้ผ่าน ของเหลวที่กรองได้จะผ่านเข้าไปในโบว์แมนแคปซูล และผ่านท่อต่างๆ ของหลอดไตจะมีการดูดสารบางอย่างที่มีประโยชน์ต่อร่างกายกลับสู่

กระแสเลือดอีก การดูดกลับจะดูดที่ท่อไตทุกส่วน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ท่อขดส่วนต้น ส่วนการดูดน้ำกลับเข้าสู่กระแสเลือด บริเวณท่อขดส่วนปลายและท่อรวมจะมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งจากต่อมใต้สมองส่วนท้ายชื่อ Antidiuretic hormone (ADH) มาช่วยควบคุม ซึ่งสร้างขึ้นจากสมองส่วนไฮโพทาลามัส ซึ่ง ADH จะหลั่งออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเลือด ดังแผนภาพ



ของเสียที่ถูกกำจัดออกทางผิวหนัง คือ เหงื่อ ซึ่งประกอบด้วย น้ำ เกลือแร่ ยูเรีย ซึ่งถูกขับออกมาทางต่อมเหงื่อ ทั้ง 2 ชนิด คือ ต่อมเหงื่อเล็ก ๆ มีอยู่ที่ผิวหนังทั่วทุกแห่งของร่างกาย ยกเว้นที่ริมฝีปากและอวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหงื่อเหล่านี้ติดต่อกับท่อซึ่งเปิดออกที่ผิวหนังกำพร้า และต่อมเหงื่อใหญ่ พบได้ที่ รักแร้ รอบหัวนม รอบสะดือ ช่องหูส่วนนอก จมูก ที่อวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหล่านี้มีขนาดใหญ่ จะเปิดออกที่รูขุมขนใต้ผิวหนัง ต่อมชนิดนี้จะทำงานตอบสนองต่อการกระตุ้นของจิตใจ สารที่ขับถ่ายออกมาจากต่อมชนิดนี้มักมีกลิ่นด้วย

ของเสียที่ถูกกำจัดออกทางลำไส้ใหญ่ คือ อุจจาระ เนื่องจากอาหารที่เรากินเข้าไป ส่วนหนึ่งจะถูกย่อยจนมีอนุภาคเล็กเข้าสู่ร่างกายที่ลำไส้เล็ก อีกส่วนหนึ่งที่เหลือจากการย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่จะมีการดูดน้ำกลับ และบีบตัวเพื่อให้อาหารที่ไม่มีประโยชน์แล้วออกสู่ภายนอกร่างกายทางทวารหนัก

ส่วนของเสียที่ถูกกำจัดออกทางปอด คือ ไอน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะออกจากเซลล์แพร่เข้าสู่เลือด แล้วเลือดจะลำเลียงไปยังปอดเกิดการแพร่ของน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ถุงลมที่ปอด แล้วเคลื่อนผ่านหลอดลมออกจากร่างกายทางจมูก

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) **(5 นาที)**

1.1 ครูใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ดังนี้

1.1.1 นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เรารับประทานเข้าไปร่างกายจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมดหรือไม่ *(ไม่ทั้งหมด)*

1.1.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าร่างกายกำจัดสารที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร *(ขับออกมาในรูปของเสียต่างๆ)*

1.1.3 นักเรียนคิดว่าของเสียที่ร่างกายขับออกมาอยู่ในรูปใดได้บ้าง *(ปัสสาวะ อุจจาระ และเหงื่อ)*

1.1.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าร่างกายมีกลไกในการกำจัดของเสียอย่างไร *(ไม่ทราบ)*

1.2 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในหน่วยการเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบขับของเสีย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) **(45 นาที)**

2.1 กิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จากนั้นครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรม และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

2) ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

2.1) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2) ศึกษาAnimation ที่แสดงการทำงานของไต จาก http://www.biologymad.com/resources/kidney.swf

3) ครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

4) ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำงานของไต จากนั้นแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

2) ครูชี้แจงการดำเนินกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

3) ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

2.2 กิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

1) ครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรม และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

2) ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

2.1) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2) ศึกษาAnimation ที่แสดงลักษณะ ส่วนประกอบของผิวหนัง และการกำจัดของเสียทางผิวหนังจาก http://www.centralmediaserver.com/guide_interactive/health/sweat.swf

3) ครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

4) ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง จากนั้นแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) **(30 นาที)**

3.1 ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ต 1 แผ่นปากกาเมจิก 2 แท่ง และสีเทียน 2 กล่อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และจากการทดลองมาสร้างโปสเตอร์ เพื่อสรุปข้อความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการเรียน เรื่อง ระบบขับถ่าย

3.3 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างโปสเตอร์เสร็จแล้ว ครูเลือกกลุ่มของนักเรียนขึ้นมา 2 กลุ่ม เพื่อออกมาอธิบายโปสเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นที่หน้าห้องเรียน ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที

3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของโปสเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) **(50 นาที)**

4.1 ครูเขียนหัวข้อ เรื่อง "การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ" ไว้บนกระดานดำ จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งในประเด็นดังกล่าว

4.2 ครูแจกแบบปฏิบัติ และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.3 ครูให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่สนับสนุนว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ ลงในส่วนของข้อสนับสนุน และเขียนเหตุผลที่ปฏิเสธว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติลงในข้อโต้แย้ง

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งที่เขียนแสดงบนกระดาน ว่าควรต้องปรับเปลี่ยนข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งหรือไม่

4.5 ครูเขียนตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง โดยนำข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งบนกระดานดำ มาเขียนลงในกระดาษ A4 ซึ่งวางบนเครื่องฉายภาพทึบแสง

4.6 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาข้อมูลจากแผนผังเชิงโต้แย้งที่สร้างขึ้น แล้วตัดสินใจว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยให้เขียนการตัดสินใจของตนเองลงในสมุด

4.7 ครูสุ่มนักเรียน 3 คน ให้บอกเหตุผลให้เพื่อนฟัง จากนั้นให้นักเรียนทุกคนนำสมุดมาส่ง

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) **(20 นาที)**

5.1 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบเรียนนี้ครูจะใช้เกมถามตอบ ประกอบการเรียนการสอน

5.2 ครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 6 เกมถามตอบ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ใบ

5.3 ครูชี้แจงกติกาการเล่นเกม พร้อมทั้งติดแผ่นตารางการนับคะแนนลงบนกระดานดำ

5.4 ครูให้นักเรียนเริ่มเล่นเกม

5.5 ครูสรุปผลคะแนนที่ได้จากการเล่นเกมถามตอบ

5.6 ครูนำนักเรียนอภิปราย เพื่อทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 8

สื่อการเรียนการสอน

วัสดุ/อุปกรณ์

1. สีเมจิก	จำนวน 2 แท่ง/กลุ่ม
2. กระดาษฟลิปชาร์ต	จำนวน 1 แผ่น/กลุ่ม
3. สีเทียน	จำนวน 2 กล่อง/กลุ่ม

เอกสารประกอบการสอน

1. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต
2. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต
3. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง
4. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง
5. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ
6. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ
7. ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง
8. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 เกมถามตอบ

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำงานของไต

2. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง

3. ประเมินจากการเขียนข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้ง ในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ

4. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4 เกมถามตอบ

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

1. ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาAnimation ที่แสดงการทำงานของไต จาก

http://www.biologymad.com/resources/kidney.swf

2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่อง การทำงานของไต

3. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

ชื่อ – นามสกุล ..... **ชั้น** ..... **เลขที่**.....

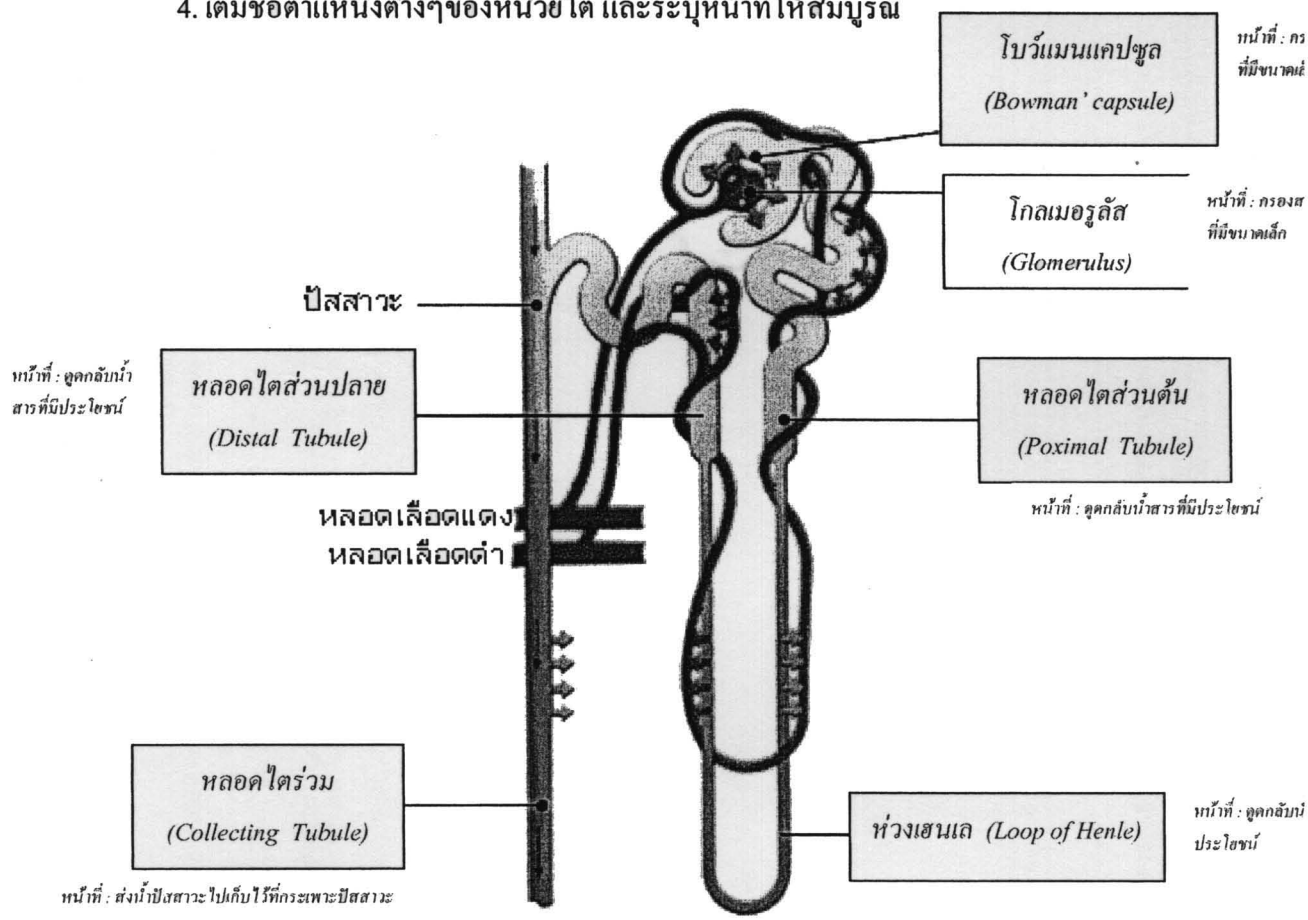
คำสั่ง ให้นักเรียนเติมข้อมูลให้สมบูรณ์

1. **ของเสีย คือ** *สิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการและเป็นพิษต่อเซลล์ และสิ่งที่มีมากเกินความต้องการของร่างกาย*

2. **ของเสียที่ถูกขับออกจากร่างกายทางไต ได้แก่** *ปัสสาวะ*

3. **หน่วยไต (Nephron) คือ** *โครงสร้างที่ช่วยสกัดสารต่าง ๆ ออกจากเลือด* **ทำหน้าที่** *กรองของเสียออกจากเลือด และดูดกลับสารที่มีประโยชน์*

4. **เติมชื่อตำแหน่งต่างๆของหน่วยไต และระบุหน้าที่ให้สมบูรณ์**



5. การดูดนากลบเข่าสู่กระแสเลือดจะมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งจากต่อมใต้สมองส่วนท้าย ชื่อ *Antidiuretic hormone (ADH)* มาช่วยควบคุม โดยร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนชนิดนี้ออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ*ความเข้มข้นของเลือด ถ้าเลือดมีความเข้มข้นมาก จะกระตุ้นให้ปล่อย ADH ออกมามากกว่าปกติ*

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

1. ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

   1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

   1.2 ศึกษาAnimation ที่แสดงลักษณะ ส่วนประกอบของผิวหนัง และการกำจัดของเสียทางผิวหนัง จาก

   http://www.centralmediaserver.com/guide_interactive/health/sweat.swf

2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง
3. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

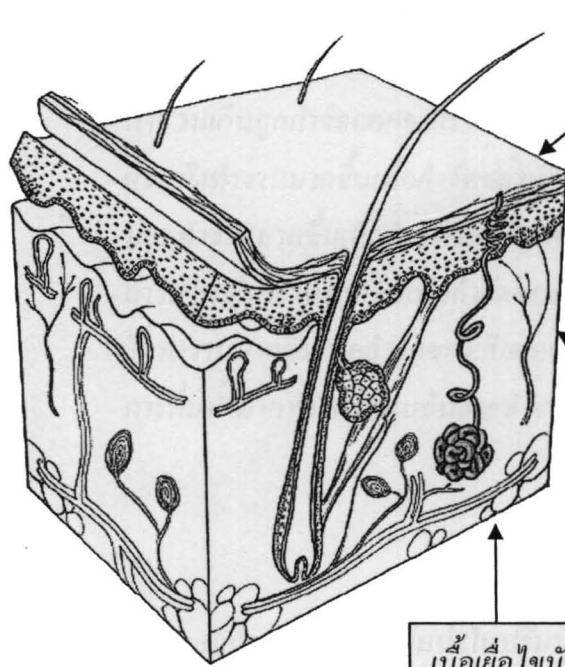
แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมข้อมูลให้สมบูรณ์

1. ของเสียที่กำจัดออกทางผิวหนัง คือ *เหงื่อ* ซึ่งประกอบด้วย *น้ำร้อยละ 99 รวมทั้งสารอื่น ๆ อีกร้อยละ 1 ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ สารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย และสารอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย กรดอะมิโน น้ำตาล*เป็นต้น

2. เมื่อตัดผิวหนังตามขวางพบว่า ผิวหนังแบ่งออกเป็น *3* ชั้น คือ



3. ต่อมเหงื่อแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) ต่อมเหงื่อขนาดเล็ก พบได้ที่ *ผิวหนังทั่วทุกแห่งของร่างกาย ยกเว้นที่ริมฝีปาก และอวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหงื่อเหล่านี้ติดต่อกับท่อซึ่งเปิดออกที่ผิวหนังกำพร้า*

2) ต่อมเหงื่อขนาดใหญ่ พบได้ที่ *รักแร้ รอบหัวนม รอบสะดือ ช่องหูส่วนนอก จมูก ที่อวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหล่านี้มีขนาดใหญ่ จะเปิดออกที่รูขุมขนใต้ผิวหนัง ต่อมชนิดนี้จะทำงานตอบสนองต่อการกระตุ้นของจิตใจ สารที่ขับถ่ายออกมาจากต่อมชนิดนี้มักมีกลิ่นด้วย*

ตัวอย่างแนวทางการเขียนข้อสนับสนุน และข้อโต้แย้ง

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ

ให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่สนับสนุนว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติลงในส่วนของข้อสนับสนุน และเขียนเหตุผลที่ปฏิเสธว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติลงในข้อโต้แย้ง

ข้อสนับสนุน

- การออกกำลังกายทำให้ดื่มน้ำในปริมาณมากขึ้น ร่างกายมีปริมาณน้ำมากขึ้น

- น้ำส่วนเกินถูกกำจัดออกจากร่างกายทางผิวหนัง ทางปอด ทางลำไส้ใหญ่ และทางไต

- ผิวหนังทำงานมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปเหงื่อ

- ปอดทำงานมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปไอน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- ลำไส้ใหญ่ทำงานมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปน้ำ และอุจจาระ

- ไตทำงานมากขึ้นเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปปัสสาวะ

- การดื่มน้ำมากทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักขึ้น

ข้อโต้แย้ง

- การออกกำลังกายทำให้ดื่มน้ำในปริมาณมากขึ้น ร่างกายมีปริมาณน้ำมากขึ้น

- น้ำส่วนเกินถูกกำจัดออกจากร่างกายทางผิวหนัง ทางปอด ทางลำไส้ใหญ่ และทางไต

- ผิวหนังทำงานเป็นปกติเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปเหงื่อ

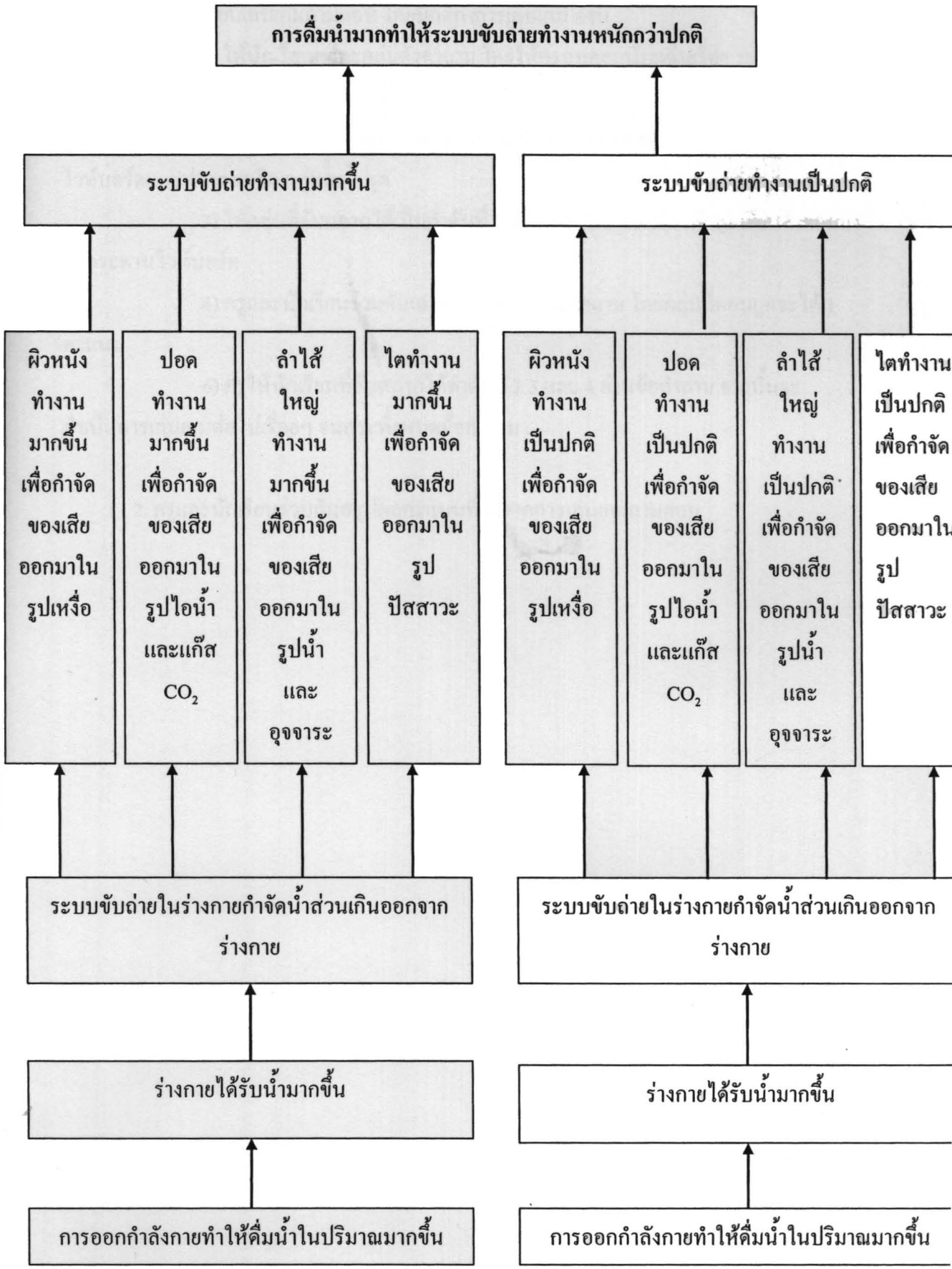
- ปอดทำงานเป็นปกติเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปไอน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- ลำไส้ใหญ่ทำงานเป็นปกติเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปน้ำ และอุจจาระ

- ไตทำงานเป็นปกติเพื่อกำจัดของเสียออกมาในรูปปัสสาวะ

- การดื่มน้ำมากทำให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ

ตัวอย่างการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง



แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 เกมถามตอบ

1. ให้นักเรียนเล่นเกมถามตอบ โดยมีกติกาการเล่นเกม ดังนี้

1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม โดยให้ครอบคลุมประเด็นเรื่อง ระบบขับถ่าย และเขียนคำตอบที่ถูกต้อง ไว้กลุ่มละ 2 ข้อ

2) ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากลำดับการเล่นเกมและรับกระดานไวท์บอร์ดและปากกาเมจิก กลุ่มละ 1 ชุด

3) ให้กลุ่มที่จับสลากได้เป็นลำดับที่ 1 อ่านคำถาม 1 ข้อแล้วให้กลุ่มเขียนคำตอบลงในกระดานไวท์บอร์ด

4) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบของข้อคำถาม โดยกลุ่มที่ตอบถูกจะได้ 1 คะแนน

6) ครูให้นักเรียนที่จับสลากได้ลำดับที่ 2 3 และ 4 อ่านข้อคำถาม จากนั้นจะดำเนินการเล่นเกมต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งหมดข้อคำถาม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลคะแนนที่ได้จากการเล่นเกมถามตอบ

ตัวอย่างคำถามที่ใช้ประกอบการเล่นเกมถามตอบ

1. ส่วนใดของหน่วยไตที่ทำหน้าที่กรองสารที่มีขนาดเล็กออกจากหลอดเลือด

- โกลเมอรูลัส และโบว์แมน แคปซูล

2. สารใดบ้างที่ไม่ถูกกรองผ่านเข้ามาในหน่วยไต

- สารที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เม็ดเลือด

3. สารใดบ้างที่ถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกาย เมื่อเคลื่อนที่ผ่านท่อของหน่วยไต

- น้ำ กลูโคส วิตามิน เกลือแร่

4. ของเสีย หรือสารที่ร่างกายไม่ต้องการออกมาในรูปใดบ้าง

- ปัสสาวะ เหงื่อ ไอน้ำ อุจจาระ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

5. ADH จะหลั่งออกมามากในสภาพร่างกายเป็นอย่างไร

- เลือดมีความเข้มข้นมาก

6. เพราะเหตุใดร่างกายจึงขับปัสสาวะออกมาในปริมาณมาก

- ร่างกายมีน้ำมากเกินไป ความเข้มข้นของเลือดต่ำ ADH หลั่งออกมาน้อยกว่าปกติ ไม่มีการดูดกลับของน้ำ น้ำปัสสาวะจึงมีมาก

7. ถ้านักเรียนอยากจะตรวจสอบว่าลมหายใจออกมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหรือไม่ จะเลือกใช้สารเคมีใดในการตรวจสอบนั้น

- น้ำปูนใส

8. เพราะเหตุใด เมื่อเหงื่อไหลเข้าตานักเรียนจึงรู้สึกแสบ

- เพราะเหงื่อมีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ

9. เหตุการณ์ใดในชีวิตประจำวันที่เป็นตัวชี้วัดได้ว่าของเสียที่ขับออกมากับเหงื่อเป็นเกลือ

- เสื้อพละที่เปียกเหงื่อมากๆ เมื่อแห้งจะมีคราบเกลือติดอยู่

10. ลำไส้ใหญ่กำจัดของเสียออกมาในรูปใด

- อุจจาระ

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

เรื่อง ระบบในร่างกายมนุษย์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2** **ภาคเรียนที่ 2**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ระบบขับถ่าย **คาบที่ 29 – 31 คาบ (150 นาที)**

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 (3/3): สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์ และมนุษย์) การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ และนำความรู้ไปใช้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบขับถ่ายของมนุษย์
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆที่ทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

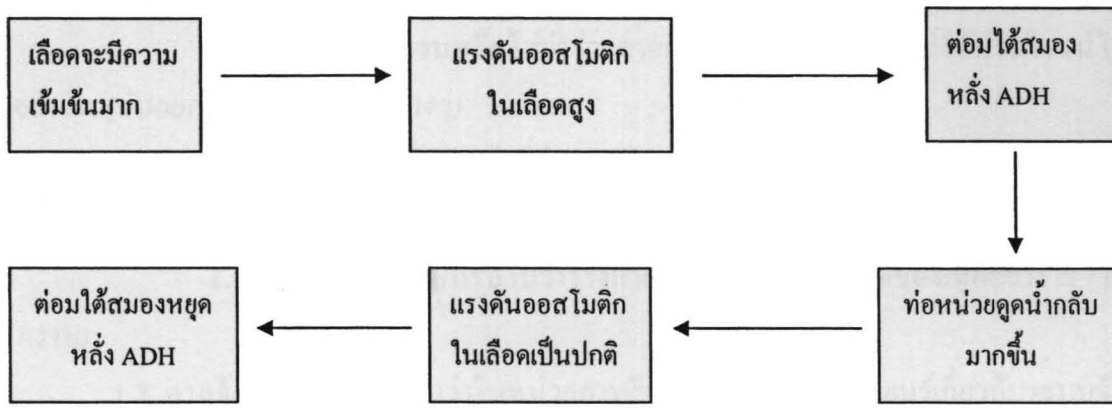
5. บอกความหมายของการขับถ่ายได้
6. อธิบายการสร้างปัสสาวะของไต และบอกสารที่ตรวจพบในปัสสาวะได้
7. อธิบายกลไกการดูดกลับน้ำของหน่วยไตได้
8. อธิบายการกำจัดของเสียออกทางผิวหนังได้

สาระสำคัญ

ระบบขับถ่าย หมายถึง ระบบการกำจัดสารหรือของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการออกจากร่างกาย ซึ่งการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย มีหลายวิธี ได้แก่ การกำจัดของเสียทางไต การกำจัดของเสียทางปอด การกำจัดของเสียทางผิวหนัง การกำจัดของเสียทางปอด และการกำจัดของเสียทางลำไส้ใหญ่

ของเสียที่ถูกขับออกทางไต คือ น้ำปัสสาวะ ซึ่งมีกลไก ดังนี้ผนังของโกลเมอรูลัส จะกรองสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น กลูโคส แร่ธาตุ ยูเรีย ผ่านไปได้พร้อมกับน้ำ ส่วนสารที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน เซลล์เม็ดเลือด จะไม่ให้ผ่าน ของเหลวที่กรองได้จะผ่านเข้าไปในโบว์แมนแคปซูล และผ่านท่อต่างๆ ของหลอดไตจะมีการดูดสารบางอย่างที่มีประโยชน์ต่อร่างกายกลับสู่

กระแสเลือดอีก การดูดกลับจะดูดที่ท่อไตทุกส่วน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ท่อขดส่วนต้น ส่วนการดูดน้ำกลับเข้าสู่กระแสเลือด บริเวณท่อขดส่วนปลายและท่อรวมจะมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งจากต่อมใต้สมองส่วนท้ายชื่อ Antidiuretic hormone (ADH) มาช่วยควบคุม ซึ่งสร้างขึ้นจากสมองส่วนไฮโพทาลามัส ซึ่ง ADH จะหลั่งออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเลือด ดังแผนภาพ



ของเสียที่ถูกกำจัดออกทางผิวหนัง คือ เหงื่อ ซึ่งประกอบด้วย น้ำ เกลือแร่ ยูเรีย ซึ่งถูกขับออกมาทางต่อมเหงื่อ ทั้ง 2 ชนิด คือ ต่อมเหงื่อเล็ก ๆ มีอยู่ที่ผิวหนังทั่วทุกแห่งของร่างกาย ยกเว้นที่ริมฝีปากและอวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหงื่อเหล่านี้ติดต่อกับท่อซึ่งเปิดออกที่ผิวหนังกำพร้า และต่อมเหงื่อใหญ่ พบได้ที่ รักแร้ รอบหัวนม รอบสะดือ ช่องหูส่วนนอก จมูก ที่อวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหล่านี้มีขนาดใหญ่ จะเปิดออกที่รูขุมขนใต้ผิวหนัง ต่อมชนิดนี้จะทำงานตอบสนองต่อการกระตุ้นของจิตใจ สารที่ขับถ่ายออกมาจากต่อมชนิดนี้มักมีกลิ่นด้วย

ของเสียที่ถูกกำจัดออกทางลำไส้ใหญ่ คือ อุจจาระ เนื่องจากอาหารที่เรากินเข้าไป ส่วนหนึ่งจะถูกย่อยจนมีอนุภาคเล็กเข้าสู่ร่างกายที่ลำไส้เล็ก อีกส่วนหนึ่งที่เหลือจากการย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่จะมีการดูดน้ำกลับ และบีบตัวเพื่อให้อาหารที่ไม่มีประโยชน์แล้วออกสู่ภายนอกร่างกายทางทวารหนัก

ส่วนของเสียที่ถูกกำจัดออกทางปอด คือ ไอน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะออกจากเซลล์แพร่เข้าสู่เลือด แล้วเลือดจะลำเลียงไปยังปอดเกิดการแพร่ของน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ถุงลมที่ปอด แล้วเคลื่อนผ่านหลอดลมออกจากร่างกายทางจมูก

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) **(5 นาที)**

1.1 ครูใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ดังนี้

1.1.1 นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เรารับประทานเข้าไปร่างกายจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมดหรือไม่ *(ไม่ทั้งหมด)*

1.1.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าร่างกายกำจัดสารที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร *(ขับออกมาในรูปของเสียต่างๆ)*

1.1.3 นักเรียนคิดว่าของเสียที่ร่างกายขับออกมาอยู่ในรูปใดได้บ้าง *(ปัสสาวะ อุจจาระ และเหงื่อ)*

1.1.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าร่างกายมีกลไกในการกำจัดของเสียอย่างไร *(ไม่ทราบ)*

1.2 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในหน่วยการเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบขับของเสีย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) **(45 นาที)**

2.1 กิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จากนั้นครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรม และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

2) ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

2.3) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4) ศึกษาAnimation ที่แสดงการทำงานของไต จาก http://www.biologymad.com/resources/kidney.swf

3) ครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

4) ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำงานของไต จากนั้นแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

2) ครูชี้แจงการดำเนินกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

3) ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

2.2 กิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

1) ครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรม และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

2) ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

2.3) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4) ศึกษาAnimation ที่แสดงลักษณะ ส่วนประกอบของผิวหนัง และการกำจัดของเสียทางผิวหนังจาก http://www.centralmediaserver.com/guide_interactive/health/sweat.swf

3) ครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

4) ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง จากนั้นแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) **(30 นาที)**

3.1 ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ต 1 แผ่นปากกาเมจิก 2 แท่ง และสีเทียน 2 กล่อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และจากการทดลองมาสร้างโปสเตอร์ เพื่อสรุปข้อความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการเรียน เรื่อง ระบบขับถ่าย

3.3 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างโปสเตอร์เสร็จแล้ว ครูเลือกกลุ่มของนักเรียนขึ้นมา 2 กลุ่ม เพื่อออกมาอธิบายโปสเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นที่หน้าห้องเรียน ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที

3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของโปสเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) **(50 นาที)**

4.1 ครูเขียนหัวข้อ เรื่อง "การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ" ไว้บนกระดานดำ จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งในประเด็นดังกล่าว

4.2 ครูแจกแบบปฏิบัติ และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4.3 ครูให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่สนับสนุนว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ ลงในส่วนของข้อสนับสนุน และเขียนเหตุผลที่ปฏิเสธว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติลงในข้อโต้แย้ง

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งที่เขียนแสดงบนกระดาน ว่าควรต้องปรับเปลี่ยนข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งหรือไม่

4.5 ครูเขียนตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง โดยนำข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งบนกระดานดำ มาเขียนลงในกระดาษ A4 ซึ่งวางบนเครื่องฉายภาพทึบแสง

4.6 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาข้อมูลจากแผนผังเชิงโต้แย้งที่สร้างขึ้น แล้วตัดสินใจว่าการออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยให้เขียนการตัดสินใจของตนเองลงในสมุด

4.7 ครูสุ่มนักเรียน 3 คน ให้บอกเหตุผลให้เพื่อนฟัง จากนั้นให้นักเรียนทุกคนนำสมุดมาส่ง

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) **(20 นาที)**

5.1 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบเรียนนี้ครูจะใช้เกมถามตอบ ประกอบการเรียนการสอน

5.2 ครูแจกแบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 6 เกมถามตอบ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ใบ

5.3 ครูชี้แจงกติกาการเล่นเกม พร้อมทั้งติดแผ่นตารางการนับคะแนนลงบนกระดานดำ

5.4 ครูให้นักเรียนเริ่มเล่นเกม

5.5 ครูสรุปผลคะแนนที่ได้จากการเล่นเกมถามตอบ

5.6 ครูนำนักเรียนอภิปราย เพื่อทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 8

สื่อการเรียนการสอน

วัสดุ/อุปกรณ์

1. สีเมจิก	จำนวน 2 แท่ง/กลุ่ม
2. กระดาษฟลิปชาร์ต	จำนวน 1 แผ่น/กลุ่ม
3. สีเทียน	จำนวน 2 กล่อง/กลุ่ม

เอกสารประกอบการสอน

1. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต
2. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต
3. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง
4. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง
5. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ
6. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ
7. ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้ง
8. แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 เกมถามตอบ

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำงานของไต

2. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง

3. ประเมินจากการเขียนข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้ง ในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ

4. ประเมินจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4 เกมถามตอบ

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

2. ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของไต จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

1.2 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาAnimation ที่แสดงการทำงานของไต จาก

http://www.biologymad.com/resources/kidney.swf

2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่อง การทำงานของไต

3. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การทำงานของไต

ชื่อ – นามสกุล ..... **ชั้น** ..... **เลขที่**.....

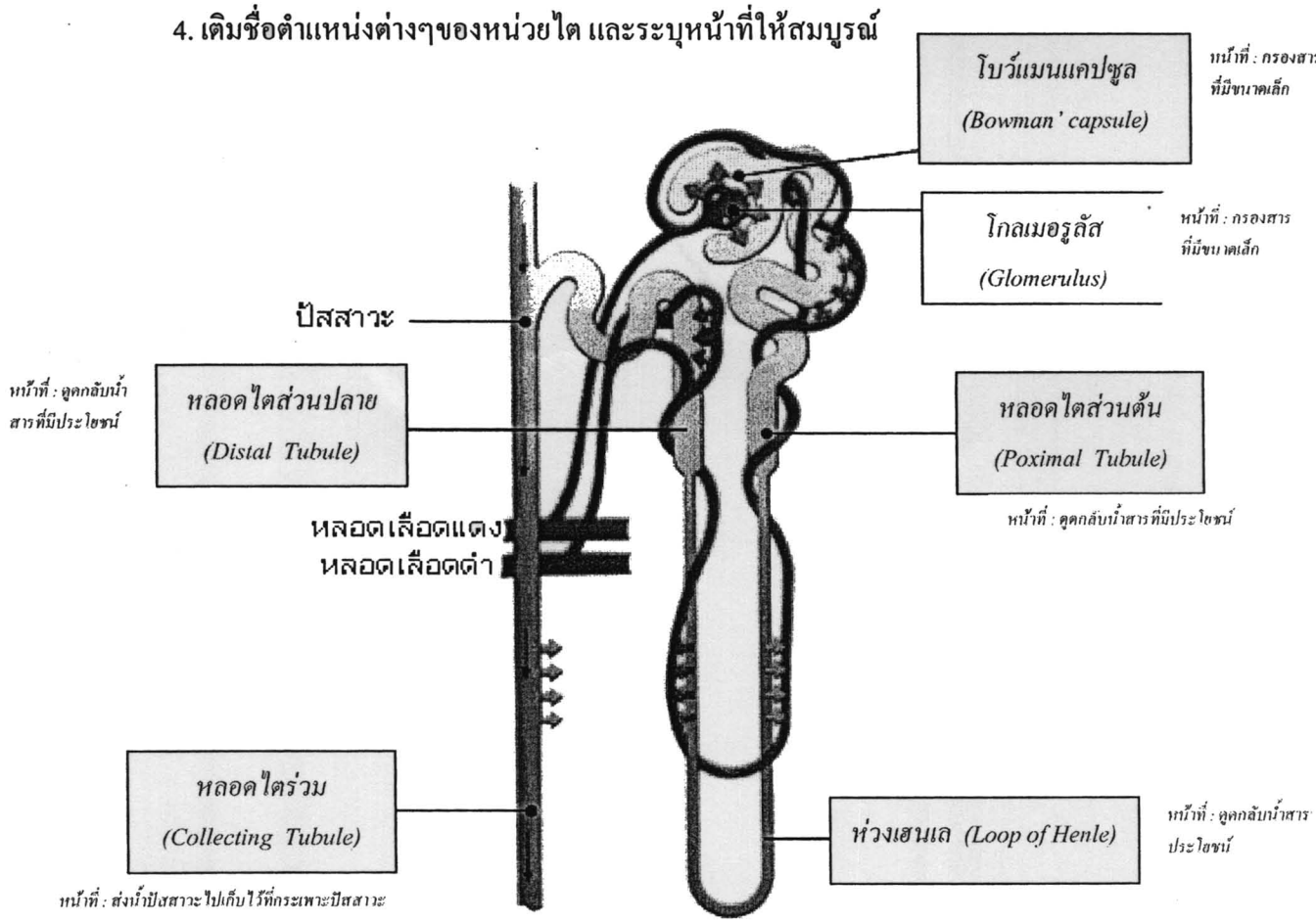
คำสั่ง ให้นักเรียนเติมข้อมูลให้สมบูรณ์

1. **ของเสีย คือ** *สิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการและเป็นพิษต่อเซลล์ และสิ่งที่มีมากเกินความต้องการของร่างกาย*

2. **ของเสียที่ถูกขับออกจากร่างกายทางไต ได้แก่** *ปัสสาวะ*

3. **หน่วยไต (Nephron) คือ** *โครงสร้างที่ช่วยสกัดสารต่าง ๆ ออกจากเลือด* **ทำหน้าที่** *กรองของเสียออกจากเลือด และดูดกลับสารที่มีประโยชน์*

4. **เติมชื่อตำแหน่งต่างๆของหน่วยไต และระบุหน้าที่ให้สมบูรณ์**



5. การดูดนากลบเข่าสู่กระแสเลือดจะมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งจากต่อมใต้สมองส่วนท้าย ชื่อ *Antidiuretic hormone (ADH)* มาช่วยควบคุม โดยร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนชนิดนี้ออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ*ความเข้มข้นของเลือด ถ้าเลือดมีความเข้มข้นมาก จะกระตุ้นให้ปล่อย ADH ออกมามากกว่าปกติ*

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

2. ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง จากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาAnimation ที่แสดงลักษณะ ส่วนประกอบของผิวหนัง และการกำจัดของเสียทางผิวหนัง จาก

http://www.centralmediaserver.com/guide_interactive/health/sweat.swf

2. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่อง การทำงานของชั้นผิวหนัง

3. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การทำงานของชั้นผิวหนัง

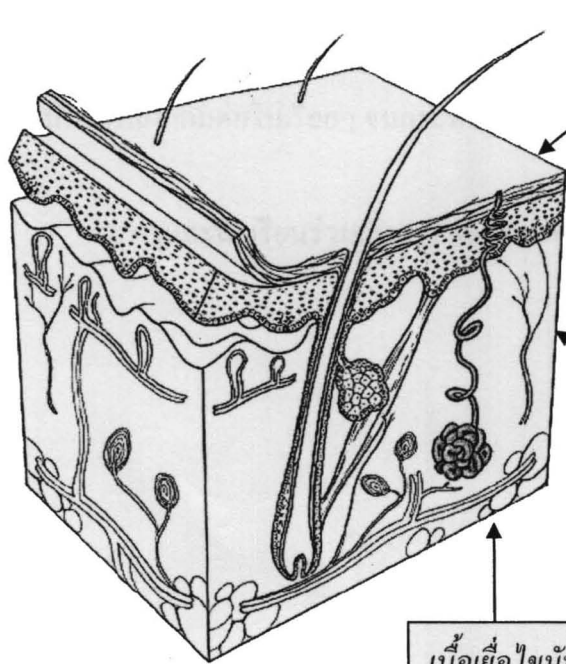
ชื่อ – นามสกุล ..... **ชั้น** .....

เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมข้อมูลให้สมบูรณ์

1. ของเสียที่กำจัดออกทางผิวหนัง คือ *เหงื่อ* **ซึ่งประกอบด้วย** *น้ำร้อยละ 99 รวมทั้งสารอื่น ๆ อีกร้อยละ 1 ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ สารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย และสารอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย กรดอะมิโน น้ำตาลเป็นต้น*

2. เมื่อตัดผิวหนังตามขวางพบว่า ผิวหนังแบ่งออกเป็น *3* **ชั้น คือ**



3. ต่อมเหงื่อแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) ต่อมเหงื่อขนาดเล็ก พบได้ที่ *ผิวหนังทั่วทุกแห่งของร่างกาย ยกเว้นที่ริมฝีปาก และอวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหงื่อเหล่านี้ติดต่อกับท่อซึ่งเปิดออกที่ผิวหนังกำพร้า*

2) ต่อมเหงื่อขนาดใหญ่ พบได้ที่ *รักแร้ รอบหัวนม รอบสะดือ ช่องหูส่วนนอก จมูก ที่อวัยวะสืบพันธุ์บางส่วน ต่อมเหล่านี้มีขนาดใหญ่ จะเปิดออกที่รูขุมขนใต้ผิวหนัง ต่อมชนิดนี้จะทำงานตอบสนองต่อการกระตุ้นของจิตใจ สารที่ขับถ่ายออกมาจากต่อมชนิดนี้มักมีกลิ่นด้วย*

แบบปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 เกมถามตอบ

1. ให้นักเรียนเล่นเกมถามตอบ โดยมีกติกาการเล่นเกม ดังนี้

1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม โดยให้ครอบคลุมประเด็นเรื่อง ระบบขับถ่าย และเขียนคำตอบที่ถูกต้อง ไว้กลุ่มละ 2 ข้อ

2) ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากลำดับการเล่นเกมและรับกระดานไวท์บอร์ดและปากกาเมจิก กลุ่มละ 1 ชุด

3) ให้กลุ่มที่จับสลากได้เป็นลำดับที่ 1 อ่านคำถาม 1 ข้อแล้วให้กลุ่มเขียนคำตอบลงในกระดานไวท์บอร์ด

4) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบของข้อคำถาม โดยกลุ่มที่ตอบถูกจะได้ 1 คะแนน

6) ครูให้นักเรียนที่จับสลากได้ลำดับที่ 2 3 และ 4 อ่านข้อคำถาม จากนั้นจะดำเนินการเล่นเกมต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งหมดข้อคำถาม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลคะแนนที่ได้จากการเล่นเกมถามตอบ

ตัวอย่างคำถามที่ใช้ประกอบการเล่นเกมถามตอบ

1. ส่วนใดของหน่วยไตที่ทำหน้าที่กรองสารที่มีขนาดเล็กออกจากหลอดเลือด

   - *โกลเมอรูลัส และโบว์แมน แคปซูล*

2. สารใดบ้างที่ไม่ถูกกรองผ่านเข้ามาในหน่วยไต

   - *สารที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เม็ดเลือด*

3. สารใดบ้างที่ถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกาย เมื่อเคลื่อนที่ผ่านท่อของหน่วยไต

   - *น้ำ กลูโคส วิตามิน เกลือแร่*

4. ของเสีย หรือสารที่ร่างกายไม่ต้องการออกมาในรูปใดบ้าง

   - *ปัสสาวะ เหงื่อ ไอน้ำ อุจจาระ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์*

5. ADH จะหลั่งออกมามากในสภาพร่างกายเป็นอย่างไร

   - *เลือดมีความเข้มข้นมาก*

6. เพราะเหตุใดร่างกายจึงขับปัสสาวะออกมาในปริมาณมาก

   - *ร่างกายมีน้ำมากเกินไป ความเข้มข้นของเลือดต่ำ ADH หลั่งออกมาน้อยกว่าปกติ ไม่มีการดูดกลับของน้ำ น้ำปัสสาวะจึงมีมาก*

7. ถ้านักเรียนอยากจะตรวจสอบว่าลมหายใจออกมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหรือไม่ จะเลือกใช้สารเคมีใดในการตรวจสอบนั้น

   - *น้ำปูนใส*

8. เพราะเหตุใด เมื่อเหงื่อไหลเข้าตานักเรียนจึงรู้สึกแสบ

   - *เพราะเหงื่อมีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ*

9. เหตุการณ์ใดในชีวิตประจำวันที่เป็นตัวชี้วัดได้ว่าของเสียที่ขับออกมากับเหงื่อเป็นเกลือ

   - *เสื้อพละที่เปียกเหงื่อมากๆ เมื่อแห้งจะมีคราบเกลือติดอยู่*

10. ลำไส้ใหญ่กำจัดของเสียออกมาในรูปใด

    - *อุจจาระ*

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ในการทำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 9 หน้า ใช้เวลาในการทำแบบสอบ 50 นาที
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้นักเรียนขีดเส้นทับเครื่องหมาย X ที่ไม่ต้องการนั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เมื่อต้องการเลือกคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
01				X

กรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
01	X			~~X~~

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

36. ของเสียชนิดใดที่จะถูกกำจัดออกทางผิวหนังในปริมาณที่น้อยที่สุด

ก. H_2O ข. CO_2 ค. ยูเรีย ง. แร่ธาตุ

37. ถ้านักเรียนออกกำลังกลางแจ้งนาน 1 ชั่วโมง น้ำปัสสาวะของนักเรียนจะมีลักษณะเช่นไร

ก. ปริมาณปัสสาวะน้อยลง ความเข้มข้นของยูเรียสูงขึ้น

ข. ปริมาณปัสสาวะน้อยลง ความเข้มข้นของยูเรียลดลง

ค. ปริมาณปัสสาวะมากขึ้น ความเข้มข้นของยูเรียสูงขึ้น

ง. ปริมาณปัสสาวะมากขึ้น ความเข้มข้นของยูเรียลดลง

38. ผู้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับไตควรหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารประเภทใด

ก. น้ำพริกกะปิปลาทู ข. ผัดไทกุ้งสดห่อไข่

ค. ต้มยำปลาเนื้ออ่อน ง. คะน้าผัดน้ำมันหอย

39. พฤติกรรมใดที่ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอาการท้องผูก

ก. เบญจรงค์ขับถ่ายเป็นเวลาทุกวัน

ข. วิทยาดื่มน้ำชาและกาแฟเป็นประจำ

ค. ดุสิตาไม่ชอบปรุงรสชาติของอาหาร

ง. ประไพรับประทานผักและผลไม้เป็นประจำ

40. ด.ช.พศินทำการทดลอง 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 นำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในน้ำปัสสาวะ

การทดลองที่ 2 หยดสารละลายเบเนดิกต์จำนวน 10 หยด ลงในน้ำปัสสาวะจำนวน 1 cm^3 แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที

นักเรียนคิดว่าปัญหาของการทดลองครั้งนี้คือข้อใด

ก. น้ำปัสสาวะเป็นกรดหรือเบส ค่า pH เท่าใด และมีน้ำตาลปนอยู่หรือไม่

ข. น้ำปัสสาวะเป็นกรดหรือเบส และมีน้ำตาลปนอยู่หรือไม่

ค. น้ำปัสสาวะเป็นกรดหรือเบส ค่า pH เท่าใด และมีความหวานมากหรือน้อยเพียงใด

ง. น้ำปัสสาวะของคนปกติแตกต่างจากน้ำปัสสาวะของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือไม่

ตัวอย่างแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ฉบับนี้ เป็นแบบความเรียงจำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์จำนวน4 สถานการณ์
2. ข้อสอบมีทั้งหมด4 หน้า ใช้เวลาในการทำแบบสอบ50 นาที
3. ใช้ปากกาหมึกสีน้ำเงินในการเขียน
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้นักเรียนลบคำหรือข้อความที่ต้องการเปลี่ยนด้วยปากกาลบคำผิด ในกรณีที่ไม่มีปากกาลบคำผิดให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดขีดทับเส้นคำเหนือข้อความนั้น จำนวน2 เส้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบและไม่มีปากกาลบคำผิด

~~คำหรือข้อความที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบ~~

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่ 4 แล้วตอบคำถามให้สมบูรณ์

สถานการณ์ที่ 4 พนักงานดีเด่น

ธงไชยได้เลื่อนตำแหน่งเป็นหัวหน้าพนักงานบัญชีของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง เนื่องจากขยันทำงาน เป็นคนตรงต่อเวลา เขาจะมาทำงานแต่เช้าและอยู่ทำงานจนดึกทุกวัน บ่อยครั้งที่งานยุ่งมากจนไม่มีเวลารับประทานอาหารกลางวัน ถึงแม้เขาจะเป็นคนเอาจริงเอาจังกับงาน แต่ก็เป็นที่รักของเพื่อนร่วมงานทุกคนเพราะธงไชยมักสั่งพิซซามาเลี้ยงเพื่อนร่วมงานเป็นประจำ โดยเฉพาะเมื่อต้องทำงานล่วงเวลาตอนสิ้นเดือน และเขามักได้รับของขวัญจากลูกน้องในเทศกาลต่างๆ เป็นประจำ โดยส่วนใหญ่จะเป็นบุหรี่ยี่ห้อดังที่ธงไชยมักสูบเป็นประจำ นอกจากนี้ทุกวันเสาร์ธงไชยจะมาตรวจสอบบัญชีที่ลูกน้องเสนอให้พิจารณา ด้วยเกรงว่าจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ทั้งนี้เขาจะซื้อแฮมเบอร์เกอร์หรือไก่ทอดมาไว้รับประทานในมื้อกลางวันจะได้ไม่เสียเวลาในการทำงาน และต้องชงกาแฟใส่กระบอกส่วนตัวมาดื่มในระหว่างที่ทำงานเสมอ วันอาทิตย์จึงเป็นวันเดียวเท่านั้นที่ธงไชยไม่ต้องทำงาน เขาจึงใช้เวลาทั้งวันกับการนอนและดูทีวี ในเดือนนี้เขาตั้งใจที่จะสูบบุหรี่ให้น้อยลง และหาเวลาออกกำลังกายให้มากขึ้น เนื่องจากทางบริษัทได้แจ้งให้พนักงานทุกคนทราบว่ากลางเดือนหน้าจะมีการตรวจสุขภาพประจำปีโดยขึ้นอยู่กับความสมัครใจของพนักงาน ซึ่งจะต้องเอ็กซ์เรย์ปอด ตรวจเลือดเพื่อวัดระดับไขมันในเลือด และตรวจอุจจาระเพื่อตรวจหามะเร็งในลำไส้

1. ถ้านักเรียนเป็นธงไชยนักเรียนจะไปตรวจสุขภาพตามที่ทางบริษัทกำหนดหรือไม่ ทำไมจึงตัดสินใจเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าหากธงไชยยังคงปฏิบัติตนตามที่ระบุไว้ในสถานการณ์เรื่อยๆ ผลการตรวจสุขภาพเกี่ยวกับระบบต่างๆของร่างกายเขาน่าจะเป็นอย่างไร จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. คุณภาพของแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	ความรู้ ความจำ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความเข้าใจเรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต	0.66	วัดได้สอดคล้อง
3	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต	1	วัดได้สอดคล้อง
5	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต	1	วัดได้สอดคล้อง
6	ความรู้ ความจำ เรื่อง ความต้องการพลังงานของร่างกาย	1	วัดได้สอดคล้อง
7	ความเข้าใจเรื่อง ความต้องการพลังงานของร่างกาย	0.66	วัดได้สอดคล้อง
8	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ความต้องการพลังงานของร่างกาย	1	วัดได้สอดคล้อง
9	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ความต้องการพลังงานของร่างกาย	1	วัดได้สอดคล้อง
10	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความต้องการพลังงานของร่างกาย	1	วัดได้สอดคล้อง
11	ความรู้ ความจำ เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร	0.66	วัดได้สอดคล้อง
12	ความเข้าใจเรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
13	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร	0.66	วัดได้สอดคล้อง
14	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร	0.66	วัดได้สอดคล้อง
15	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ความรู้ ความจำ เรื่อง ระบบประสาท	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ความเข้าใจเรื่อง ระบบประสาท	1	วัดได้สอดคล้อง
18	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ระบบประสาท	1	วัดได้สอดคล้อง
19	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ระบบประสาท	0.66	วัดได้สอดคล้อง
20	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท	0.66	วัดได้สอดคล้อง
21	ความรู้ ความจำ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
22	ความเข้าใจเรื่อง ระบบย่อยอาหาร	0.66	วัดได้สอดคล้อง
23	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
24	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
25	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	1	วัดได้สอดคล้อง
26	ความรู้ ความจำ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	0.66	วัดได้สอดคล้อง
27	ความเข้าใจเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	1	วัดได้สอดคล้อง
28	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	1	วัดได้สอดคล้อง
29	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	1	วัดได้สอดคล้อง
30	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	0.66	วัดได้สอดคล้อง
31	ความรู้ ความจำ เรื่อง ระบบหายใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
32	ความเข้าใจเรื่อง ระบบหายใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
33	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ระบบหายใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
34	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ระบบหายใจ	0.66	วัดได้สอดคล้อง
35	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
36	ความรู้ ความจำ เรื่อง ระบบขับถ่าย	1	วัดได้สอดคล้อง
37	ความเข้าใจเรื่อง ระบบขับถ่าย	1	วัดได้สอดคล้อง
38	การนำความรู้ไปใช้ เรื่อง ระบบขับถ่าย	0.66	วัดได้สอดคล้อง
39	การนำความรู้ไปใช้เรื่อง ระบบขับถ่าย	1	วัดได้สอดคล้อง
40	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบขับถ่าย	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 14 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)/ดัชนีความยาก (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก(r)/ดัชนีค่าอำนาจจำแนก(D)
1	0.43	0.51
2	0.40	0.51
3	0.33	0.32
4	0.23	0.20
5	0.67	0.56
6	0.27	0.75
7	0.53	0.27
8	0.70	0.32
9	0.53	0.31
10	0.23	0.25
11	0.77	0.44
12	0.33	0.28
13	0.20	0.26
14	0.20	0.25
15	0.23	0.26
16	0.47	0.52
17	0.47	0.53
18	0.47	0.53
19	0.30	0.40
20	0.57	0.65
21	0.53	0.65
22	0.30	0.51
23	0.40	0.40
24	0.37	0.75
25	0.47	0.53
26	0.30	0.40
27	0.57	0.65
28	0.43	0.51
29	0.40	0.51
30	0.33	0.20
31	0.23	0.15
32	0.67	0.56
33	0.27	0.75
34	0.53	0.27
35	0.70	0.32
36	0.53	0.31
37	0.20	0.25
38	0.77	0.44
39	0.33	0.28
40	0.23	0.26

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับสาระวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้

สถานการณ์ที่	เรื่อง	ค่า IOC	ความหมาย
1	สูตรเพิ่มพลังก่อนขึ้นสังเวียน	1	วัดได้สอดคล้อง
2	อาหารขึ้นชื่อ	1	วัดได้สอดคล้อง
3	รับน้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
4	พนักงานดีเด่น	0.66	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 16 แบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ความรู้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			ระดับคุณภาพที่ได้	หมายเหตุ
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)		
1. ความครบถ้วนของข้อความรู้	ระบุถึงหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ครบถ้วน	ระบุถึงหลักการหรือประเด็นสำคัญได้อย่างน้อยร้อยละ 50	ระบุถึงหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ น้อยกว่าร้อยละ 50		
2. การอธิบายรายละเอียด	ระบุรายละเอียดของแต่ละประเด็นได้ครบถ้วน	ระบุรายละเอียดของแต่ละประเด็นได้อย่างน้อยร้อยละ 50	ระบุรายละเอียดของแต่ละประเด็นได้น้อยกว่าร้อยละ 50		
3. การเรียบเรียงประโยค	มีการจัดลำดับประเด็นที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลอย่างชัดเจน และมีการตัดสินใจเลือกปฏิบัติ	มีการจัดลำดับประเด็นที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลยังไม่ชัดเจนนัก และมีการตัดสินใจเลือกปฏิบัติ	ไม่มีการจัดลำดับประเด็นที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล และไม่มีการตัดสินใจเลือกปฏิบัติ		
รวม					

ตารางที่ 17 ความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนแบบสอบความสามารถในการประยุกต์ความรู้ระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

ค่าทางสถิติ / องค์ประกอบการประเมิน	คะแนนเต็ม	ผู้วิจัย		ผู้เชี่ยวชาญ		Pearson Correlation
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
ความครบถ้วนของข้อความรู้	24	13.33	2.69	16.44	3.28	.830*
การอธิบายรายละเอียด	24	12.67	2.29	13.89	2.42	. 916*
การเรียบเรียงประโยค	24	19.22	2.05	16.11	2.52	. 817*

* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

จากตารางที่ 15 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ประกอบด้วย ด้านความครบถ้วนของข้อความรู้ ด้านการอธิบายรายละเอียด และการเรียบเรียงประโยค ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนน มีดังนี้

ด้านความครบถ้วนของข้อความรู้ผู้วิจัยให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 13.33 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.69 ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเป็น 16.44 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.28 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation) พบว่า การให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ด้านความครบถ้วนของข้อความรู้ระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีความสัมพันธ์กัน

ด้านการอธิบายรายละเอียดผู้วิจัยให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 12.67 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.29 ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเป็น 13.89 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.42 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation) พบว่า การให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านการอธิบายรายละเอียดระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีความสัมพันธ์กัน

ด้านการเรียบเรียงประโยค ผู้วิจัยให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 19.22 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.05 ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเป็น 16.11 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.52 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation) พบว่า การให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ด้านการเรียบเรียงประโยคระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 18 แบบประเมินการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียนกลุ่มทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			ระดับคุณภาพที่ได้	หมายเหตุ
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)		
1. ความถูกต้องและครบถ้วนของการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง	เขียนองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้งได้ครบถ้วน ซึ่งได้แก่ 1) กล่องข้อความหลัก 2) กล่องข้อความแสดงเหตุผลสนับสนุนและเหตุผลโต้แย้ง 3) ลูกศรแสดงความสัมพันธ์และเชื่อมโยงระหว่างข้อความหลักและเหตุผล	เขียนองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้งได้2 ใน 3 ขององค์ประกอบทั้งหมด	เขียนองค์ประกอบของแผนผังเชิงโต้แย้งได้ 1 ใน 3 ขององค์ประกอบทั้งหมด		
2. การเขียนเหตุผลในกล่องข้อความที่เป็นหลักฐาน	เขียนแสดงเหตุผลเป็นประโยคที่สมบูรณ์ และเขียนเหตุผลโดยอาศัยข้อความรู้ที่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลไม่เป็นประโยคที่สมบูรณ์ **หรือ** เขียนเหตุผลโดยอาศัยข้อความรู้ที่ไม่ถูกต้อง	เขียนแสดงเหตุผลไม่เป็นประโยคที่สมบูรณ์ **และ** เขียนเหตุผลโดยอาศัยข้อความรู้ที่ไม่ถูกต้อง		
รวม					

ตารางที่ 19 คะแนนการประเมินการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้งในแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มที่	แผนการจัดการเรียนรู้								ร ว ม (คะแนน)	$\overline{x}$	$\overline{x}_{ร้อยละ}$
	หน่วยที่ 1 อาหารและสารอาหาร	หน่วยที่ 2 ความต้องการพลังงานของร่างกาย	หน่วยที่ 3 วัตถุเจือปนในอาหาร	หน่วยที่ 4 ระบบประสาท	หน่วยที่ 5 ระบบย่อยอาหาร	หน่วยที่ 6 ระบบหมุนเวียนเลือด	หน่วยที่ 7 ระบบหายใจ	หน่วยที่ 8 ระบบขับถ่าย			
1	4	4	4	5	5	6	6	6	40	5.00	83.33
2	4	5	4	4	5	5	6	6	39	4.87	81.17
3	4	4	5	5	4	5	5	5	37	4.63	77.17
4	4	4	4	5	5	5	5	5	37	4.63	77.17
5	4	5	4	4	5	5	6	6	39	4.87	81.17
6	4	4	5	4	5	4	5	5	36	4.50	75.00
7	4	4	5	5	5	5	5	5	38	4.75	79.17
8	4	4	5	5	4	6	5	6	39	4.87	81.17
รวม (คะแนน)	32	34	36	37	38	41	43	44			
$\overline{x}$	4.00	4.25	4.50	4.63	4.75	5.13	5.38	5.50			
$\overline{x}_{ร้อยละ}$	66.67	70.83	75.00	77.17	79.17	85.50	89.67	91.67			

ตารางที่ 20 ระดับคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง

กลุ่มที่	หัวเรื่อง	$\overline{x}$	ระดับคะแนน
1	อาหารและสารอาหาร	4.00	พอใช้
2	ความต้องการพลังงานของร่างกาย	4.25	พอใช้
3	วัตถุเจือปนในอาหาร	4.50	พอใช้
4	ระบบประสาท	4.63	พอใช้
5	ระบบย่อยอาหาร	4.75	พอใช้
6	ระบบหมุนเวียนเลือด	5.13	ดี
7	ระบบหายใจ	5.38	ดี
8	ระบบขับถ่าย	5.50	ดี

หมายเหตุ ระดับคะแนนการเขียนแผนผังเชิงโต้แย้ง มีดังนี้

5 – 6 คะแนน หมายถึง ดี

3 – 4 คะแนน หมายถึง พอใช้

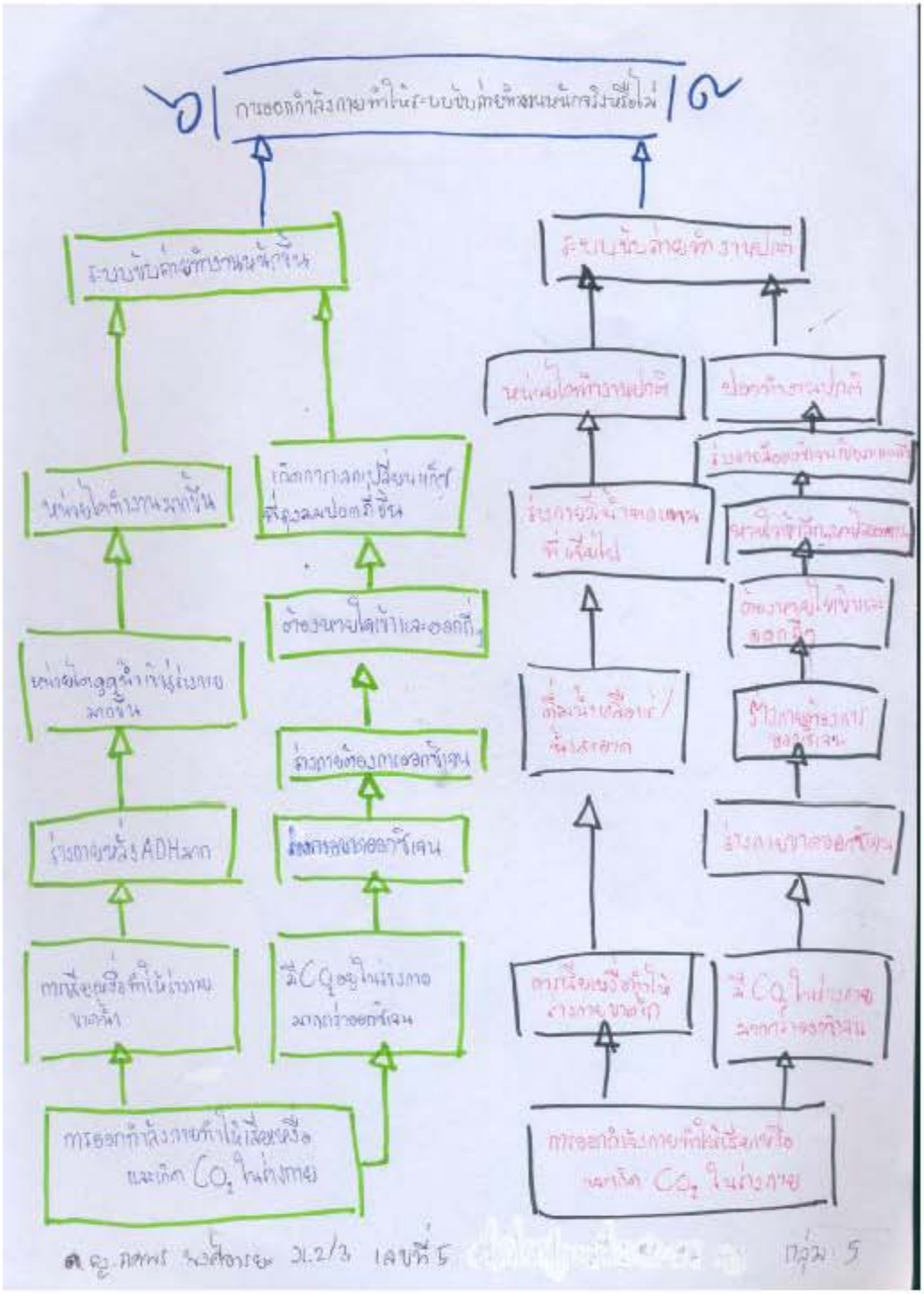
1 – 2 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนผังเชิงโต้แย้งของนักเรียน

ตัวอย่างแผนผังเชิงได้แย้งที่นักเรียนจัดทำขึ้น

เรื่อง “การออกกำลังกายทำให้ระบบขับถ่ายทำงานหนักกว่าปกติ



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวประภารัตน์ สิงหเสนา เกิดเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2522 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปเคมี สาขามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนจิตรลดา บริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน พระราชวังสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร