

ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวอัจฉรา ปานรอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING CONCEPT MAPPING ON LEARNING
ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE LEARNING
OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Atchara Parnrawd

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้
การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดย

นางสาวอัจฉรา ปานรอด

สาขาวิชา

การศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง

ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รัชพลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วีระชาติ สอนไพรินทร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์)

อัจฉรา ปานรอด: ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย(EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING CONCEPT MAPPING ON LEARNING ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE LEARNING OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.อลิศรา ชูชาติ, 141 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และ 4) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินี เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ จำนวน 31 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และ 2) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.93

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ร้อยละ 70.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอนลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2555.....

##5383436327: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEY WORD: INQUIRY INSTRUCTION USING CONCEPT MAPPING / LEARNING ACHIEVEMENT / ATTITUDE TOWARDS SCIENCE LEARNING

ATCHARA PARNRAWD: EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING CONCEPT MAPPING ON LEARNING ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE LEARNING OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASST.PROF. ALISARA CHUCHAT, Ph.D. 141 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were 1) to study science learning achievement of the upper secondary school students learning by inquiry instruction using concept mapping, 2) to compare science learning achievement between the group learning by inquiry instruction using concept mapping and the group learning by conventional teaching method, 3) to compare attitude towards science learning of the upper secondary school student learning by inquiry instruction using concept mapping between before and after learning, and 4) to compare attitude towards science learning of the upper secondary school between group learning by inquiry instruction using concept mapping and the group learning by conventional teaching method after learning. The samples were two classes of Mathayom Suksa five students of Rajini School at Pranakorn, Bangkok Metropolis. They were an experimental group learning by inquiry instruction using concept mapping with 31 students and a control group learning by conventional teaching method with 31 students. The research instruments were 1) a science learning achievement test with the reliability at 0.82, and 2) the test on attitude towards science learning with the reliability at 0.93.

The research findings were summarized as follows:

1. Students learning by inquiry instruction using concept mapping had mean score on science learning achievement at 70.76 percent which was higher than the criterion score set at 70 percent.
2. Students learning by inquiry instruction using concept mapping had mean score on science achievement higher than students learning by conventional teaching method at 0.05 level of significance.
3. After learning by inquiry instruction using concept mapping, the students' mean score on attitude towards science learning was higher than before learning at 0.05 level of significance.
4. After learning by inquiry instruction using concept mapping, the students' mean score on attitude towards science learning was higher than the students learning by conventional teaching method at 0.05 level of significance.

Department Curriculum and Instruction.....

Student's Signature.....

Field of study Science Education.....

Advisor's Signature.....

Academic year 2012.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและ ข้อคิดเห็นในการดำเนินการวิจัย อีกทั้งพิจารณาแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้งานวิจัย ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์วีระชาติ สอนไพรินทร์ ประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมไปถึง คณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโรงเรียนราชินีและราชินีมูลนิธิที่ให้ทุนการศึกษาและให้โอกาสในการศึกษา ขอบคุณครู และนักเรียนโรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวม ข้อมูลและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุน มาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญแผนภาพ.....	ฏ

บทที่

1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
การเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	11
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	11
ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	13
ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	15
รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	16
การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	20
ความหมายของแผนผังมโนทัศน์.....	20
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	22

บทที่	หน้า
การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	23
รูปแบบของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	23
องค์ประกอบของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	27
ขั้นตอนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	29
การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	31
ประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	40
การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	42
บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้	
การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	45
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	48
เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	53
ความหมายของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	53
การวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การเชื่อมโยงแผนผัง	
มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
รูปแบบการวิจัย.....	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	64
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	76
ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	77

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	80
สรุปผลการวิจัย.....	80
อภิปรายผล.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	83
รายการอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก.....	98
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	99
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	101
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	108
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	130
ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลงานของนักเรียน.....	138
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	141

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 เกณฑ์สำหรับคะแนนเชิงปริมาณของแบบฝึกหัดแผนผังมโนทัศน์.....	34
2 เกณฑ์การให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	37
3 เกณฑ์การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัย.....	39
4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยง แผนผังมโนทัศน์.....	46
5 จำนวนข้อสอบในแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ของหน่วยที่ 1 เรื่องสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	65
6 จำนวนข้อในแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำแนกตามระดับข้อความ เชิงนิมิตและข้อความเชิงนิเสธของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	70
7 หน่วยการเรียนรู้ สาระ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	71
8 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้ การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์.....	72
9 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังทดลอง ของกลุ่มทดลอง.....	76
10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	77
11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเจตคติ ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	78
12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเจตคติ ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนทดลองกับหลังทดลอง.....	77
13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน พัฒนาการเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	78

ตารางที่	หน้า
14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์.....	131
15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว 32102 วิทยาศาสตร์ 4 เรื่องสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อม จำนวน 40 ข้อ.....	132
16 ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) เป็นรายชื่อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	133
17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบประเมินเจตคติต่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.....	134
18 ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) เป็นรายชื่อของแบบวัดเจตคติต่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	137

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย	9
2 แผนผังมโนทัศน์ชนิดกระจายออก	24
3 แผนผังมโนทัศน์ชนิดปลายเปิด	24
4 แผนผังมโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง	25
5 แผนผังมโนทัศน์ชนิดปลายปิด	25
6 ประเภทของโครงสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ดัดแปลงมาจาก Kinchinetal (2000)....	26
7 ประเภทของแผนผังมโนทัศน์ของที่ดัดแปลงมาจาก Yin et al. (2004).....	27
8 ตัวอย่างการให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบลำดับขั้น	33
9 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์	45
10 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design.....	63

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์และการพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สามารถปรับมูลค่าของผลผลิตทั้งในด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมให้สูงขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับนานาชาติ การพัฒนาคุณภาพคนให้มีความรอบรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการดำรงชีวิตอย่างมั่นคงทั้งในระดับครอบครัวและชุมชน ส่งเสริมสมรรถนะและทักษะในการประกอบอาชีพ และเสริมสร้างสุขภาพให้มีความสมบูรณ์แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ แนวทางในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศจำเป็นต้องพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

การจัดการศึกษาของประเทศไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้เป็นผู้พัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” และมาตรา 23 แนวการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องต่อไปนี้ “ความรู้ และทักษะด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ด้านการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน”

การวิเคราะห์ผลการปฏิรูปการศึกษาไทย (พ.ศ.2542-2551) พบว่า ด้านพัฒนาคุณภาพ การศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปี 2546-2547 กับปี 2550 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552) จากผลการจัดการศึกษาดังกล่าว จึงเป็นปัจจัยหนึ่งก่อให้เกิดการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ.2552-2561) เพื่อพัฒนาการศึกษาไทยให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานในระดับสากล จำเป็นต้องอาศัยการจัดการศึกษาด้าน

วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ก่อให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยี นวัตกรรม ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ การติดต่อสื่อสาร และการพัฒนาประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552: 1-6)

ผลสะท้อนด้านหนึ่งของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาได้จากผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Test) พบว่า ในปีการศึกษา 2552-2553 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศเท่ากับ 29.05 และ 30.90 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เมื่อพิจารณาเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานครมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 32.50 และ 33.00 คะแนน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามต้นสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 28.75 และ 31.12 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามสถานศึกษา โรงเรียนราชินี พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 มีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 43.29 คะแนน ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำ คือ ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554)

จากผลการประเมินคุณภาพด้านการศึกษาของนักเรียนไทยสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพทางด้านการศึกษาศาสตร์ที่ต้องได้รับการพัฒนา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) เมื่อพิจารณาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหา สูตร กฎ หรือเทคนิคต่างๆ เพื่อนำใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนใช้การบรรยายหรือทำแบบฝึกหัดให้นักเรียนดู นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ และไม่มีโอกาสถามคำถามจากความสงสัย จากการวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เรื่อง วิฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการศึกษาศาสตร์ของไทยแนวทางหนึ่ง คือ การเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการท่องจำมาเป็นการเน้นการสงสัย การอภิปราย การคิด การค้นคว้า การทดลอง และการสร้างความรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541:13-29)

กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาคุณภาพด้านการศึกษาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ สร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ได้ (Renner และ Stafford, 1972) การเรียนการสอนแบบสืบสอบมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรคณนิยม (Constructivism) ที่มีแนวคิดว่ นักเรียนเป็นผู้สร้วงความรู้ด้วยตนเอง การสร้วงความรู้เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่วงข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่กับความรู้และประสบการณ์เดิม การเรียนการสอนแบบสืบสอบด้วยรูปแบบวงจกรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้วงความสนใจ (Engagement) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) ขั้นประเมิน (Evaluation) โดยเป็นการเรียนการสอนมูจสะท้อนให้เห็นถึงมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Bybee et al., 2006a) ทำให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจมากขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังผลการวิจัยของ Cakiroglu (2006) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบวงจกรเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปว่ นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบวงจกรเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจกรเรียนรู้ 5E เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนสร้วงความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง เมื่อความรู้ใหม่ที่สร้วงขึ้นเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์พัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel ที่มีแนวคิดว่ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม แต่ถ้าหากผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งทีเรียนรูใหม่เข้ากับความรู้เดิมในโครงสร้างทางปัญญาจะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Daniel, 2005: 2-3) โดย Novak และ Gowin (1984: 36-37) สรุปประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่ แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการเสนอกรอบความคิด และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ ทำให้ครูเห็นโครงสร้างของความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อวางแผนสำหรับการเพิ่มความรู้ใหม่ และทำให้ทราบถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน สำหรับนักเรียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ทำใ้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังผลการวิจัยของ Qarareh (2010) ทีพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี พ.ศ. 2549 ในด้านความสนใจทั่วไป การให้คุณค่า ความรู้สึกสนุกในการทำงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้งนักเรียนไทยและนักเรียนนานาชาติแสดงแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ นักเรียนกลุ่มสูงแสดงเจตคติต่อนักเรียนกลุ่มต่ำ (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจันย์, 2550: 19-21) จากบทสรุปดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่สนใจหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการเรียนที่ดีขึ้น แต่ถ้านักเรียนมีความรู้สึกท้อทลายที่จะเอาชนะความเบื่อ ความยาก ก็สามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Freedman (1997) และงานวิจัยของ Ali และ Awan (2013) ที่พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การเรียนการสอนโดยการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังกล่าวข้างต้นช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานศาสตร์

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าหรือไม่
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปจะมีเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานศาสตร์สูงกว่าหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังผลการวิจัยของวิภา เกียรติธินบำรุง (2538) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวกสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Odom และ Kelly (2001) ได้ศึกษาการบูรณาการการจัดผังมโนทัศน์และวงจรการเรียนรู้ เรื่องการแพร่และออสโมซิสกับนักเรียนมัธยมศึกษาวิชาชีววิทยา ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบบูรณาการการจัดผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ และการเรียนการสอนแบบการจัดผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Qarareh (2010) ที่ศึกษาผลของการจัดผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ประกอบกับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้กำหนดช่วงคะแนนที่แสดงความสามารถระดับดีถึงดีมากคือร้อยละ 70 ขึ้นไป (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552: 14) ดังนั้นได้ตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร
2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย
 - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 - 2.1.1 การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
 - 2.1.2 การเรียนการสอนแบบทั่วไป
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2.2 เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่
 - 2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน
 - 2.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 - 2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาในหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับ

สิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ข้อตกลงเบื้องต้น

ความแตกต่างของช่วงเวลาที่ใช้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนค้นคว้าและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนการตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา มีการออกแบบ เก็บรวบรวมข้อมูล และทดสอบสมมติฐาน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ และสื่อความหมายข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปผล มีการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงมโนทัศน์

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใหม่

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) คือ ขั้นตอนการประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียนตามสภาพจริง

2. การเรียนการสอนแบบทั่วไป หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำ คือ การกระตุ้นความสนใจและทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2) ขั้นกิจกรรม คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้แก่เรียน

3) ขั้นสรุป คือ การสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญของบทเรียนโดยครู

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามแนวของ Bloom ในด้านพุทธิพิสัย แบ่งเป็น 6 ระดับ คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยวัดจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

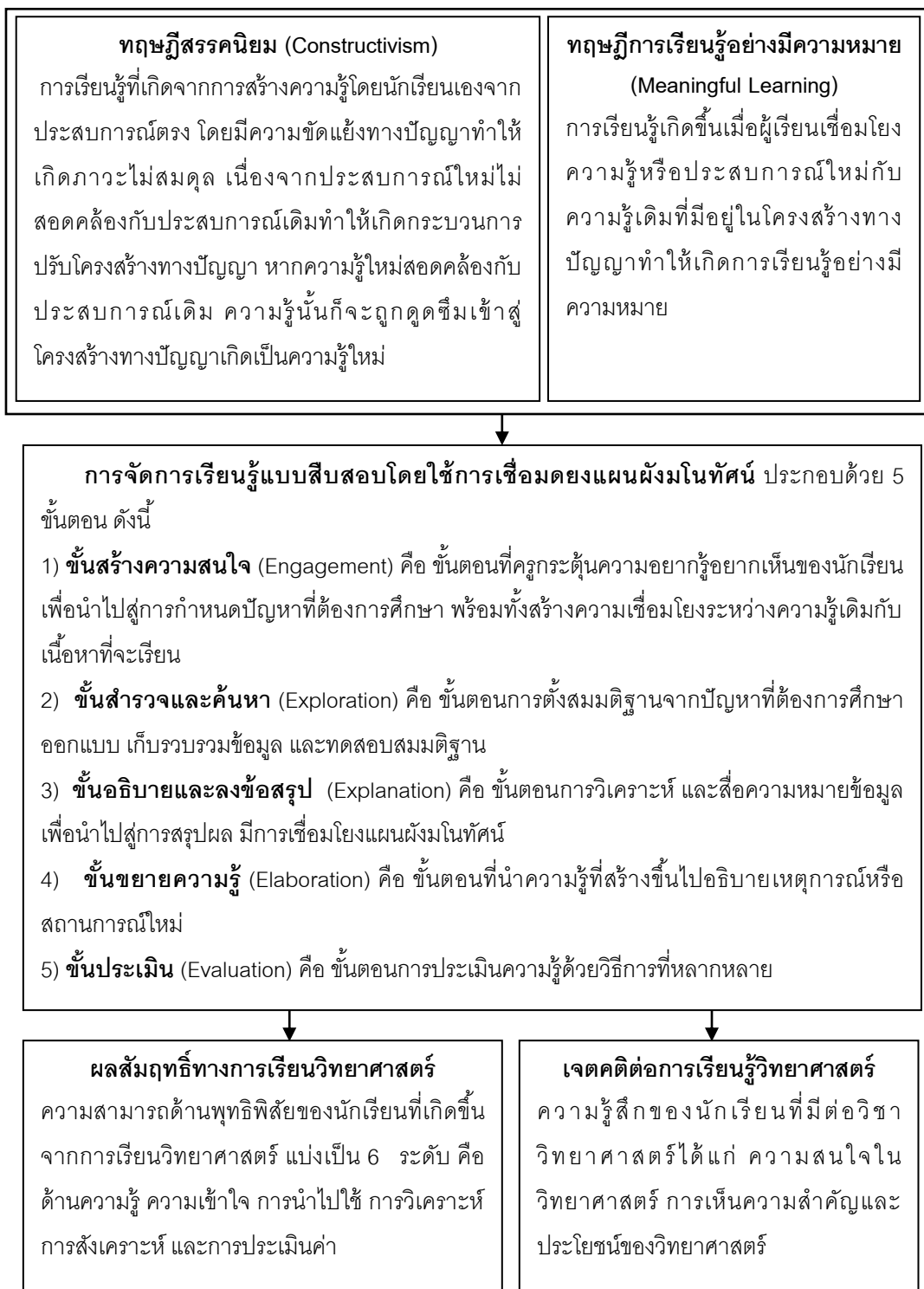
4. **เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ปรับจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538: 29-30) โดยวัดจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

5. **นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย** หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) การวิจัยครั้งนี้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ได้ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การจัดผังมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.2 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.3 ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.4 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
2. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
 - 2.1 ความหมายของแผนผังมโนทัศน์
 - 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์
 - 2.3 การเชื่อมโยงผังมโนทัศน์
 - 2.4 การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
 - 2.5 ประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
 - 2.6 การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์
 - 4.2 การวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความรู้ ประสบการณ์เดิม การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีประเด็นนำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ (2) ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ (3) ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ และ (4) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

ทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีสรรรคนิยมหลักการว่า ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่ จากพื้นฐานความรู้เดิม (Hoover, 1996) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิม

ทฤษฎีสรรรคนิยมเป็นทฤษฎีทางสติปัญญา (Theory of Cognition) ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา สังคมวิทยา และการศึกษา (Hoover, 1996) ซึ่งความเชื่อพื้นฐานของทฤษฎีสรรรคนิยมมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่อธิบายว่า คนทุกคนจะมีการเรียนรู้ไปตามลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า "Schema" โครงสร้างทางปัญญานี้เกิดจากความพยายามทางความคิด หากการใช้ความรู้เดิมทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้องจะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลคงเดิม แต่ถ้าหากการคาดคะเนไม่ถูกต้องจะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) การรับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และเมื่อเกิดภาวะที่ไม่สมดุลขึ้นส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (ทิสนา แชมมณี, 2553: 90-96)

Driver และ Oldham (1986: 105-122) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรรคนิยม ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. **ชั้นดึงความคิด (Elicitation)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการที่ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่
3. **ชั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Restructuring of ideas)** เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ประกอบด้วยชั้นย่อยๆ ดังนี้
 - 3.1 **การทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of ideas)** ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น
 - 3.2 **สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas)** จากการอภิปรายและสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ วิธีการที่หลากหลาย ในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่
 - 3.3 **ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas)** โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดลองความคิด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า
4. **ชั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas)** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย
5. **ชั้นทบทวน (Review)** เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

Jia (2010: 197-199) ได้สรุปแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีสรรคินิยม ดังนี้

1. **ความรู้** คือ คำอธิบายและสมมติฐาน ไม่ใช่คำตอบสุดท้ายของทุกคำถาม ความรู้ไม่สามารถสรุปเป็นกฎของธรรมชาติได้ถูกต้อง การแก้ปัญหาบางปัญหาต้องผ่านการวิเคราะห์ แต่ละบุคคลมีความเข้าใจในเรื่องเดียวกันไม่ตรงกันขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล
2. **การเรียนรู้** คือ กระบวนการที่บุคคลสร้างโครงสร้างทางปัญญา โดยเริ่มจากการรับข้อมูลแล้วสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

3. นักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรดึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่
4. ครูมีบทบาทเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ เป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียน จึงเป็นการเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางมาสู่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะนำและดูแลของครู

การศึกษาทฤษฎีสรรคินิยมสรุปได้ว่า ทฤษฎีสรรคินิยมเป็นทฤษฎีทางสติปัญญาที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่อธิบายว่า การเรียนรู้เกิดจากการนำสิ่งที่พบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา โดยผ่านกระบวนการดูดซึม ถ้าความรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมจะเกิดความขัดแย้งทางปัญญาทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล ส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา หากความรู้ใหม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ความรู้นั้นเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาผ่านกระบวนการดูดซึม เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

1.2 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry instruction) ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะ การสืบสวนสอบสวน การสืบคิดค้น การสืบสอบ เป็นต้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้คำว่า “การสืบสอบ”

การเรียนการสอนแบบสืบสอบเริ่มครั้งแรกเมื่อ Schwab (1962) นักวิทยาศาสตร์ และนักปรัชญาการศึกษาได้เสนอแนวคิดว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเป็นกระบวนการสืบสอบหาความรู้ (Teaching as Inquiry) โดยนักเรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล ซึ่งตรงกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ซึ่งนักเรียนถูกกำหนดบทบาทให้เป็นผู้ค้นหาความรู้เอง และนำความรู้มาแก้ปัญหา เพื่อตอบสนองความอยากรู้ อยากรู้อยากเห็นของตนเอง เนื่องจากในช่วงทศวรรษ 1960 ปรัชญาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง นักปรัชญา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์เริ่มเสนอแนวคิด ว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องความรู้ต่อไป วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบสอบหาความรู้ที่ไม่อยู่นิ่ง และเป็นกระบวนการของการคิดและการปฏิบัติ เป็นแนวทางของการที่จะได้มาซึ่งความรู้ใหม่ซึ่ง ต่อมา Suchman ได้ริเริ่มพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งเรียกว่า รูปแบบการฝึกการสืบสอบ (Inquiry Training Model)

Carin & Sund (1985: 97-104) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ หมายถึง การใช้กระบวนการทางสมอง ค้นหาความรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมโดยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีการศึกษาปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ของธรรมชาติและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

Good (1973: 303) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ว่า มีลักษณะเช่นเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) โดยมีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นวิธีการศึกษาเพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่ โดยดำเนินการเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้
2. เป็นวิธีในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น ตั้งคำถามแล้วหาคำตอบด้วยตนเอง
3. เป็นวิธีแก้ปัญหาวิธีหนึ่ง ที่มีกิจกรรมที่ทำทลายความคิด โดยเริ่มต้นด้วยการสังเกต การออกแบบ การวัด

Tisher, Power และ Endean (1972: 139) กล่าวถึง การเรียนการสอนแบบสืบสอบว่าเป็นวิธีการเรียนการสอนวิธีการแก้ปัญหามีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

Santrock (2009) กล่าวถึง การเรียนการสอนแบบสืบสอบว่านักเรียนเป็นผู้การสร้างความรู้ และความเข้าใจ โดยการสนับสนุนจากครูในการสำรวจ ค้นหาความรู้ และการคิดวิเคราะห์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 125) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบสอบว่าเป็นวิธีการค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ด้วยการสำรวจ ตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนหรือด้วยการวิจัย

จากความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบจากประเด็นที่กำหนด โดยผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล วิเคราะห์ปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และทดสอบสมมติฐาน แล้วสรุปหลักการและกฎเกณฑ์ หรือวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง

1.3 ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบมีนักการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ดังนี้

Sun and Trowbridge (1973) และ Carin and Sund (1980 อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ได้จำแนกประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครู และนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

- 1) การสืบสอบมีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้ว นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นการสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured laboratory) การสืบสอบประเภทนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน ซึ่งเป็นการสืบสอบที่มีระดับง่ายที่สุดเหมาะสมกับนักเรียนที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์กับการเรียนแบบสืบสอบมาก่อน
- 2) การสืบสอบแบบไม่มีการกำหนดแนวทาง (Less Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน (Teacher planned investigation) โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่า การสืบสอบแบบไม่กำหนดทิศทาง (Unstructured laboratory) การสืบสอบประเภทนี้ครูมีบทบาทลดลงเมื่อเทียบกับวิธีในข้อ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นการสืบสอบที่ซับซ้อนกว่าแบบที่ 1
- 3) การสืบสอบแบบอิสระ (Free Inquiry) เป็นการสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Student planned investigation) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผน การทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง การสืบสอบประเภทนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาความสนใจ ครูเป็นผู้กระตุ้น ซึ่งครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ส่วนครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นการสืบสอบที่มีระดับซับซ้อนและยากที่สุด

Esler and Esler (1985) เสนอแนวคิดการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) แนวคิดเกี่ยวกับการใช้เหตุผล (The Rational Approach) เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ชี้มนักเรียนไปสู่การลงความเห็น โดยให้นักเรียนใช้เหตุผล ซึ่งเป็นวิธีที่ครูใช้เป็นส่วนใหญในการจัดการเรียนการสอน คือการใช้คำถามและการเสริมแรง จนบรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอน คำถามของครูต้องเป็นคำถามที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
- 2) แนวคิดเกี่ยวกับการค้นพบ (The Discovery Approach) เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่ครูพยายามให้นักเรียนแต่ละคนได้ค้นพบความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่ได้สังเกต ซึ่งนักเรียนไม่ต้องวางแผนการสืบสอบด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้วางแผนให้ นอกจากนี้โอกาสที่นักเรียนจะเกิดการค้นพบได้สูงสุดเมื่อนักเรียนแต่ละคนได้ลงมือใช้เครื่องมือ หรือจัดกระทำกับข้อมูล
- 3) แนวคิดเกี่ยวกับการทดลอง (The Experimental Approach) เป็นแนวคิดที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน นักเรียนจะต้องวางแผนการทดลองก่อนที่จะทำการทดลอง

Romey (1968) ได้จำแนกระดับการสืบสอบ โดยใช้ปริมาณของการอภิปรายที่เนาะจากครูผู้สอนเป็นเกณฑ์ คือ

- 1) ถ้าครูผู้สอนให้คำชี้แนะ หรือบอกมากกว่าการสอน เป็นการสืบสอบน้อย
- 2) ถ้าครูให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง สรุปเองมากกว่าการเรียนการสอน ก็จะเป็นการสืบสอบมากขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า ประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ใช้บทบาทครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ และกลุ่มที่ใช้กิจกรรมการเรียนเป็นเกณฑ์ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มเป็น การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ ค้นคว้า จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ ความรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

1.4 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบจากนักการศึกษาหลายท่าน มีรูปแบบดังนี้

Suchman (1962 อ้างถึงใน Joyce & Weil, 2001: 159-187) ได้เสนอรูปแบบการฝึก การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Training Model) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับปัญหา (Confrontation with the Problem) โดยครูเป็นผู้ นำเสนอสถานการณ์ปัญหาก่อให้เกิดความสงสัย ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่จำเป็นจะต้องใช้ความรู้เดิม มากนัก เนื่องจากต้องการให้นักเรียนมีประสบการณ์กับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล หลักฐานเพื่อพิสูจน์ความจริง (Data Gathering-Verification) เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ได้พบเห็น

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Data Gathering-Experimentation) เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหา การตั้งสมมติฐาน (และทดสอบ) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 การจัดกระทำข้อมูลและสร้างคำอธิบาย (Organizing, Formulating an Explanation) เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบาย

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์กระบวนการสืบสอบ (Analysis of the Inquiry Process) เป็น ขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนวิเคราะห์รูปแบบการสืบสอบและพัฒนากระบวนการสืบสอบให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น

Jacobson, Eggen และ Kauchak (1989) เสนอขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนแบบ สืบสอบ สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา ครูเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาสาระแล้วระบุปัญหาที่จะให้ผู้เรียน สืบสอบ ซึ่งปัญหาอาจเป็นสถานการณ์ที่บังเอิญเกิดขึ้นในชั้นเรียน
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน ครูอาจเป็นผู้ตั้งสมมติฐาน หรือครูใช้คำถามเพื่อถามนำให้ นักเรียนตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล ครูอาจให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสื่อ แหล่งข้อมูลต่างๆ หรือ ทำการทดลอง ซึ่งทำได้ทั้งในและนอกห้องเรียน หรืออาจทำการทดลองที่บ้าน เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นหลักฐานในการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ครูนำการอภิปรายโดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ มาจัดกระทำในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน แล้วสรุป เป็นคำตอบซึ่งเป็นมโนทัศน์ของบทเรียน

Massailas และ Cox (1968: 115-121) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ขั้นปรับตัว (Orientation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้เห็นหรือรับทราบถึงปัญหา ซึ่งอาจเกิดจากการอ่านข้อความในแบบเรียนหรือบทความที่ครูเตรียมไว้เป็นเครื่องสะท้อนให้เกิดความคิด เกิดปัญหา หรือครูเตรียมปัญหาไว้แล้วยกปัญหาหรือตั้งคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ วิเคราะห์ซักถามเพื่อให้เกิด ความสงสัย อันจะนำไปสู่การแสวงหาคำตอบอย่างเป็นระบบต่อไป
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เป็นการกำหนดแนวทางให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยการวิเคราะห์ปัญหาในขั้นขั้นปรับตัว แล้วสรุปคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบ
3. ขั้นกำหนดนิยาม (Definition) เป็นการขยายความหรือให้ความหมายของคำ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการสืบสอบข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Exploration) เป็นการสำรวจว่าข้อมูลใดสอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
5. ขั้นเก็บหลักฐาน (Evidencing) เป็นการนำข้อมูลที่หามาได้มาเรียบเรียงเพื่อสนับสนุนและพิสูจน์สมมติฐาน
6. ขั้นการลงความเห็น (Generalization) เป็นการสรุปคำตอบจากหลักฐานที่ค้นคว้า ดังนั้นข้อสรุปนี้จึงมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม

Renner และ Stafford (1972) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (Exploration) ครูเสนอปัญหาแล้วให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามแนวทางที่กำหนด
2. ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และรายงานผลอันเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น
3. ขั้นขยายความรู้จากที่ได้ค้นพบ (Discovery) ครูจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนขยายมโนทัศน์ที่ได้ไปสู่มโนทัศน์อื่นที่สัมพันธ์กัน

Bybee et al. (2006a) ได้เสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อใช้จัดการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Sciences Curriculum Study: BSCS) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูสร้างความสนใจและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนในการประเมินโน้ตค้นเดิมของนักเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนการตรวจสอบปัญหา การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการอันหลากหลาย โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อนำไปสู่การสรุปผล ครูทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์เพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับความรู้หรือสถานการณ์ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ซึ่งก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาต่อไป ทำให้ความรู้ขยายขอบเขตกว้างมากขึ้น
5. ขั้นการประเมิน (Evaluation) คือ ขั้นตอนที่ประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน ตามสภาพจริง ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ รวมทั้งอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง ซึ่งการประเมินดังกล่าวนี้จะแทรกอยู่ในแต่ละขั้น

จากรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ใช้ในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนที่แสดงถึงการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนที่ชัดเจน และมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน การจัดลำดับเนื้อหาในการสอน และเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับนักเรียน แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสรุปทเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Novak และ Gowin, 1984: 36-37) การศึกษาการจัดผังมโนทัศน์ มีประเด็นที่น่าสนใจ 4 ประเด็น ดังนี้ (1) ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ (2) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์ (3) การจัดผังมโนทัศน์ และ (4) เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept Map” และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยแตกต่างกันไป คือ แผนผังมโนคติ แผนผังมโนคติ แผนผังมโนทัศน์ กรอบมโนทัศน์ และแผนผังมโนทัศน์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “แผนผังมโนทัศน์” ซึ่งคำดังกล่าว มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ดังนี้

มนัส บุญประกอบ (2533: 26- 29) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่าเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ด้วยเส้น และคำเชื่อมโยงที่เหมาะสมทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนผังมโนทัศน์นั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

สุนีย์ สอนตระกูล (2535: 62) ได้สรุปควายของแผนผังมโนทัศน์ว่า หมายถึง แผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ อย่างมีลำดับชั้น เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอความคิด และแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างมีระบบ

วรารุณี สุริยะป้อ (2538: 14) ได้สรุปและให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า หมายถึง ผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นความสัมพันธ์ที่มีความหมายทางภาษา และมีลำดับชั้นลดหลั่นจากมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รองและมโนทัศน์เฉพาะ

West, Farmer และ Wolff (1991: 93) ให้ความหมายไว้ว่าแผนผังมโนทัศน์ คือ แนวทางที่ใช้แสดงมโนทัศน์ และความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันของเหล่ามโนทัศน์ ดังนั้น มโนทัศน์ต่างๆ จึงถูกเชื่อมโยงกันด้วยคำศัพท์ต่างๆ ซึ่งทำให้สามารถเข้าใจองค์ความรู้ส่วนสำคัญที่เป็น

ความหมายเฉพาะได้ชัดเจนดังนั้นทุกๆ แผนผังมโนทัศน์จึงมีทั้งส่วนข้อมูลและส่วนที่เป็น การออกแบบ

Novak และ Gowin (1984: 15) ให้ความหมายไว้ว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แทน ความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) มโนทัศน์เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้คำเชื่อม เช่น ท้องฟ้ามีสีน้ำเงิน เป็นประพจน์ที่เกิดจาก ความสัมพันธ์ระหว่างท้องฟ้าและสีน้ำเงิน ซึ่งให้ความหมาย 2 อย่าง คือ ท้องฟ้าและสีน้ำเงิน แต่ เมื่อนักเรียนได้เรียนประพจน์นี้แล้วจะเกิดความหมายที่แตกต่างกันในภายหลัง เช่น ท้องฟ้า คือ อากาศ และอากาศไม่มีสีแต่วัตถุที่อยู่ในอากาศสะท้อนกับแสงอาทิตย์ทำให้เกิดสีทำให้มองดูเป็นสี น้ำเงิน

Clibron (1987: 426) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์ เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบแนวคิด และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้องกันเป็นระบบ

Zimmaro และ Cawley (1998: 1) อธิบายไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์เป็นการนำเสนอ โครงสร้างความรู้ออกเป็นแผนภาพ โดยการสร้างแผนผังอาศัยหลักเกณฑ์กลุ่มของความคิดหรือ ข้อมูลที่เป็นลักษณะเฉพาะของความเข้าใจ

Heinze-Fry และ Novak (1990: 461- 472) ได้กล่าวถึงแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นเครื่องมือ ในการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แผนผังมโนทัศน์จะประกอบด้วยมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์เชื่อมโยงกันด้วยเส้นและคำเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ และแสดงให้ทราบถึงความแตกต่าง ของมโนทัศน์เป็นลำดับขั้น ซึ่งมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมจะจัดไว้ด้านบนสุดของ แผนผังมโนทัศน์ที่แคบหรือเป็นมโนทัศน์ที่เจาะจงจะอยู่ด้านล่างตามลำดับ

จากการศึกษาความหมายของแผนผังมโนทัศน์สรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันด้วยเส้น โดยมีคำเชื่อมระหว่าง มโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน เพื่อทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนภาพได้เป็นประโยคหรือเป็น ข้อความที่มีความหมาย

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

การเรียนการสอนโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning theory) โดยมีรายละเอียดของทฤษฎี ดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่เกิดจากการที่ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่กับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) (Novak และ Gowin, 1984: 24)

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล สรุปได้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เช่น มโนทัศน์หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ กับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ โดยการเรียนรู้แบบท่องจำผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนในโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ (Daniel, 2005: 2-3)

ออสเชเบลได้แบ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายออกเป็น 3 ประเภท (Ausubel et al., 1978 อ้างถึงใน Weibell, 2011) ดังนี้

1. Subordinate learning เป็นการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 Derivation Subsumption เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่กับหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่เคยเรียนมาแล้ว

1.2 Correlative Subsumption เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดจากการขยายความหรือปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีมาก่อนให้สัมพันธ์กับสิ่งที่จะเรียนรู้

2. Superordinate learning เป็นการเรียนรู้โดยการจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนใหม่เข้ากับมโนทัศน์ที่กว้าง และครอบคลุมมโนทัศน์ของสิ่งที่เรียนใหม่

3. Combinatorial learning เป็นการเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆ เชิงผสมในวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ โดยการใช้เหตุผล หรือการสังเกต

การเรียนรู้ที่มีความหมายมีเงื่อนไข 3 ประการ (Ausubel และ Robinson, 1969 อ้างถึงใน Ivie, 1998: 6; Novak และ Cañas, 2008: 3-4) ดังนี้

1. ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุ และผลต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2. ผู้เรียนต้องมีความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่สัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่
3. ผู้เรียนต้องสนใจที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมายมากกว่าที่จะเรียนรู้แบบท่องจำ

ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของออสเชเบล ได้เสนอว่า ในการเรียนต้องมีการจัดมโนทัศน์หรือกลุ่มของความคิดให้กับผู้เรียนก่อนที่จะเรียน โดยก่อนจะสอนสิ่งใหม่ควรสำรวจความรู้ความเข้าใจของเด็กเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่จะมีจะต้องจัดให้ การที่จะทำทำให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนโดยการทำให้ผู้เรียนมองเห็นความเหมือน และความแตกต่างของความรู้ใหม่และความรู้เดิม โดยที่ออสเชเบลให้ข้อสังเกตว่า ในการสอนนั้น ถ้าสอนความรู้ใหม่กับนักเรียนโดยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับความรู้เดิมผู้เรียนจะลืมง่าย แต่ถ้าความรู้ใหม่ต่างจากความรู้เดิมจะช่วยทำให้จำได้นาน ดังนั้นในการสอนให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมในขณะเดียวกันต้องให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และจำ (Ivие, 1998: 5-6)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในการสอนมโนทัศน์ใหม่ที่ใหม่จะเป็นสิ่งที่มีความหมายกับนักเรียน ถ้านักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมได้ และขณะเดียวกันถ้าเชื่อมโยงกับความคิดอื่นๆ ในขณะที่เรียนสิ่งใหม่ได้ สิ่งต่างๆ จะมีความหมายเมื่อสัมพันธ์กับผู้เรียน ดังนั้น ก่อนที่ครูจะสอนสิ่งใดให้กับนักเรียน ให้สังเกตว่านักเรียนพร้อมที่จะรับสิ่งใหม่หรือยัง หมายความว่า นักเรียนมีความรู้เดิมพอที่จะเข้าใจในสิ่งใหม่ ถ้ายังไม่พอจะต้องจัดประสบการณ์ให้

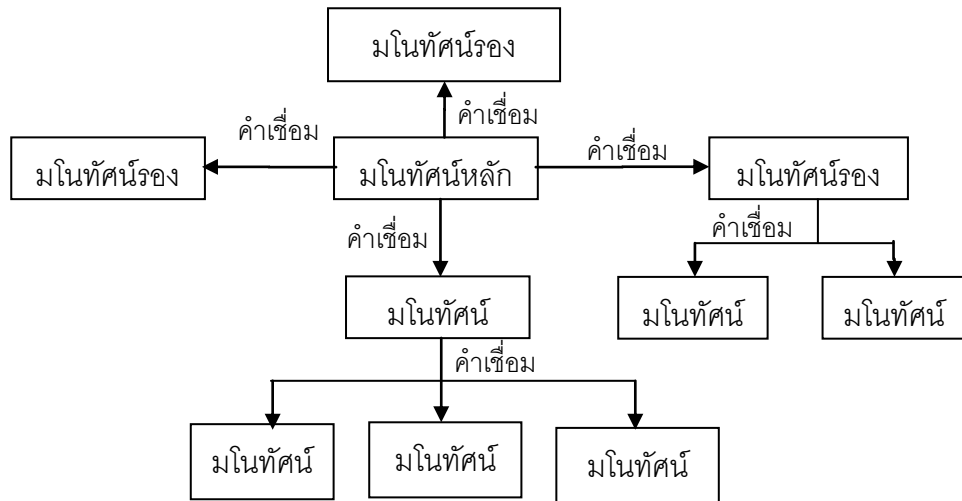
2.3 การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

โจเซฟ ดี โนวาค (Joseph D. Novak) แห่งมหาวิทยาลัยคอร์เนลได้ศึกษาเทคนิคแผนผังมโนทัศน์ และนำแผนผังมโนทัศน์ เข้ามามีบทบาทในกิจกรรมทางการศึกษา โดยได้เริ่มแนะนำกับนักศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์มีพื้นฐานความรู้มาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายประกอบด้วย การดูซึมมโนทัศน์ใหม่ และประพจน์เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ (Novak, 1990: 941) การจัดผังมโนทัศน์มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 รูปแบบของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

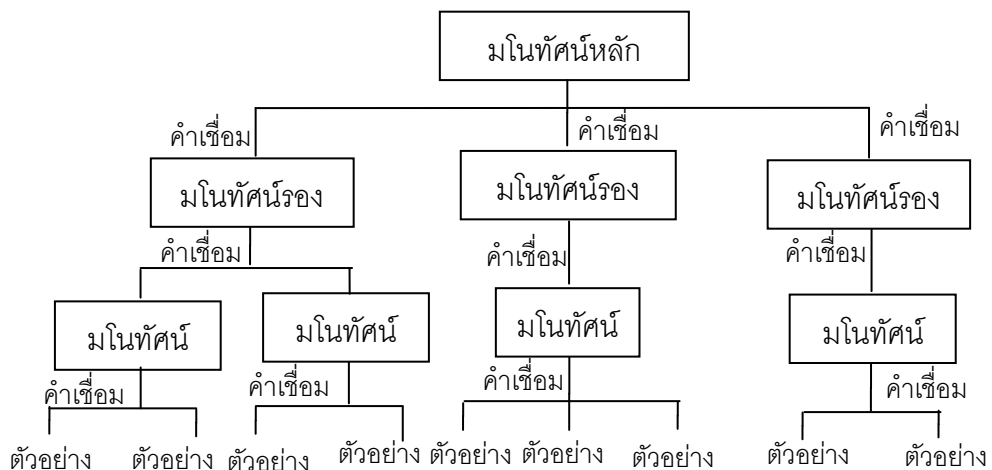
Merle Tan แห่งมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ได้จำแนกประเภทของแผนผังมโนทัศน์ตามลักษณะของแผนผัง ได้เป็น 4 ชนิด (มนัส บุญประกอบ, 2533: 26- 29) ดังต่อไปนี้

1. ชนิดกระจายออก (Point Grouping) หรือแบบชี้แสดงโดยเริ่มจากคำที่เป็น มโนทัศน์หลักแล้วเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทาง เพื่อเชื่อมต่อกับมโนทัศน์ย่อยอื่นๆ ตัวอย่างเช่น



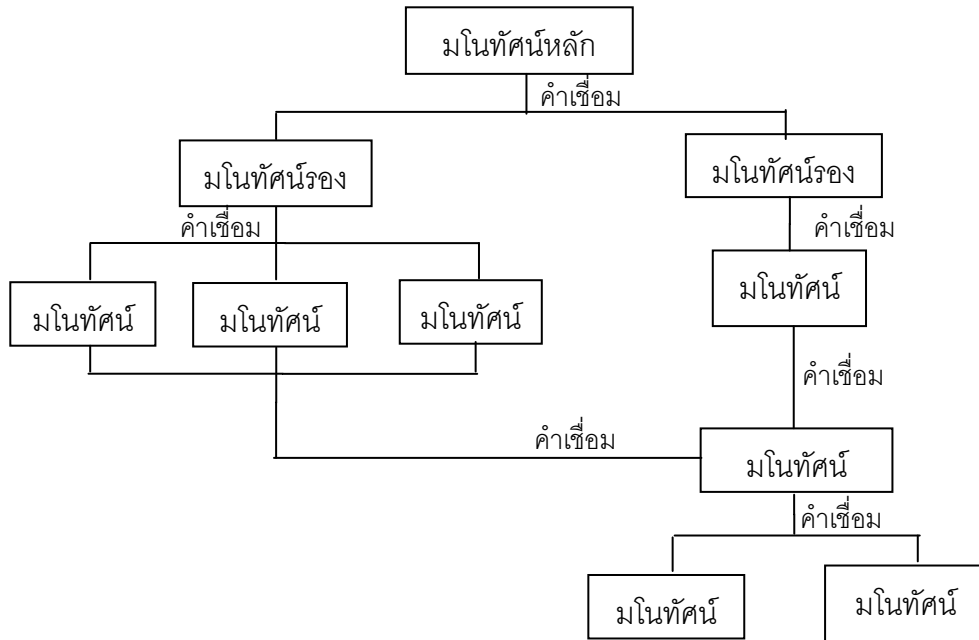
แผนภาพที่ 2 แผนผังมโนทัศน์ชนิดกระจายออก

2. ชนิดปลายเปิด (Opened Grouping) เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มของมโนทัศน์ต่างๆ ลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ที่ผู้เขียนกำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น



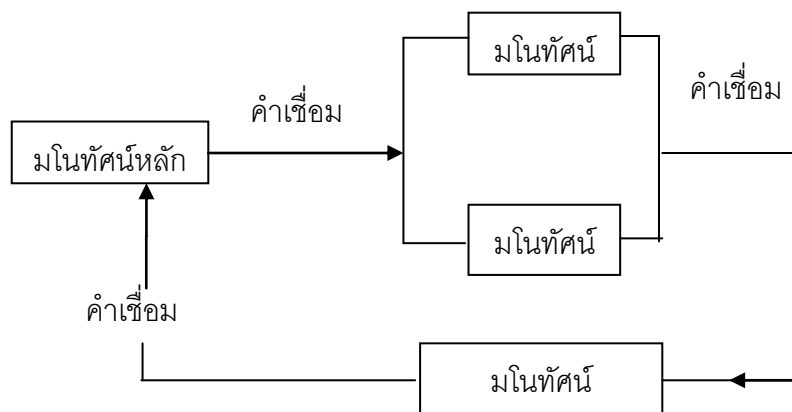
แผนภาพที่ 3 แผนผังมโนทัศน์ชนิดปลายเปิด

3. ชนิดเชื่อมโยง (Linked Grouping) เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดปลายเปิดแต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนทัศน์



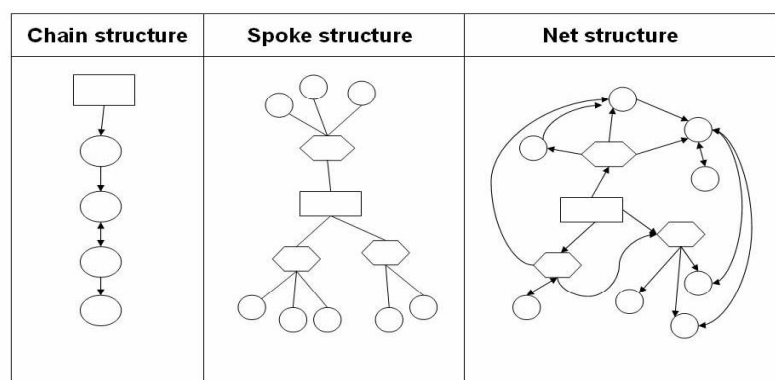
แผนภาพที่ 4 แผนผังมโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง

4. ชนิดปลายปิดหรือปิดล้อมเป็นวง (Closed grouping) เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่ค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง ตัวอย่างเช่น



แผนภาพที่ 5 แผนผังมโนทัศน์ชนิดปลายปิด

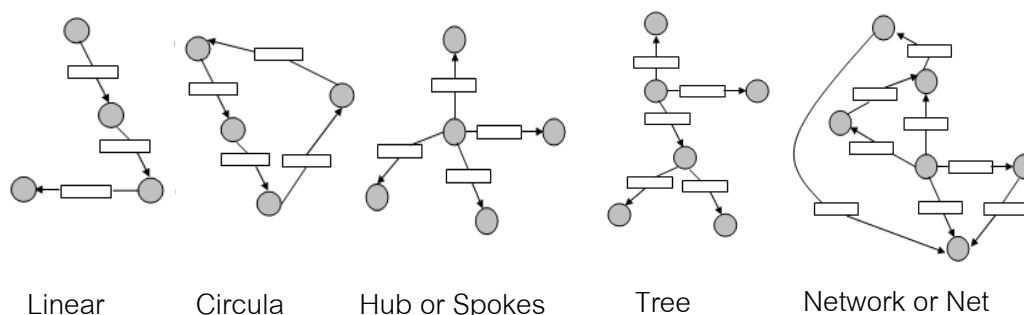
Kinchin (2000) ทำการวิเคราะห์เพื่อแสดงรูปแบบของการพัฒนาแผนผังมโนทัศน์ รูปแบบ และการจำแนกประเภทอย่างง่าย สำหรับประเภทแผนผังที่ได้รับการพัฒนาโดยคำนึงถึง โครงสร้างพื้นฐาน 3 ประเภท คือ โซ่ (chain structure) ชั้บันได (spoke structure) และตาข่าย (net structure)



แผนภาพที่ 6 ประเภทของโครงสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ดัดแปลงมาจาก Kinchinetal (2000)

Yin et al. (2004) ได้เสนอว่า รูปแบบโครงสร้างของแผนผังมโนทัศน์ แบบโซ่ ชั้บันได และตาข่าย ที่เสนอโดย Kinchin ไม่ครอบคลุมลักษณะโครงสร้างแผนผังที่นักเรียนสร้างขึ้น ดังนั้นจึงเพิ่ม อีกสองโครงสร้างใหม่ คือ โครงสร้างวงกลม (Circular structure) และ โครงสร้างเชิงเส้น (Linear structure) ดังนั้น โครงสร้างแผนผังจึงมี 5 ประเภท ดังนี้

- (1) โครงสร้างเชิงเส้น (Linear structure) - ประพจน์ที่กระจายออกถูกเชื่อมโยงไว้ด้วยกัน
- (2) โครงสร้างวงกลม (Circular structure) – ประพจน์ที่เป็นกระจายออกถูกเชื่อมด้านปลายเข้าด้วยกัน
- (3) โครงสร้างคุมล้อหรือชั้บันได (Hub or Spokes structure) – ประพจน์ที่กระจายออก จากมโนทัศน์ศูนย์กลาง
- (4) โครงสร้างต้นไม้ (Tree structure) – เป็นโซ่เชิงเส้นของประพจน์ที่มีสาขาติดกัน
- (5) โครงสร้างเครือข่ายหรือตาข่าย (Network or Net structure) – จุดที่ซับซ้อนโดย มีประพจน์ที่เชื่อมต่อกัน



แผนภาพที่ 7 ประเภทของโครงสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ดัดแปลงมาจาก Yin et al. (2004)

จากการศึกษาประเภทของแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์แต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายประการซึ่งแต่ละชนิดก็มีทั้งข้อดี และข้อจำกัดที่ไม่เหมือนกันบางประเภทเหมาะสำหรับมโนทัศน์ที่ซับซ้อนกว้างขวางแต่บางประเภทเหมาะสำหรับจำนวนมโนทัศน์ค่อนข้างจำกัดซึ่งจะใช้ประเภทใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ในการทำแผนผัง และเหตุผลของผู้ที่เขียนแผนผังว่าจะเลือกใช้แบบใดให้เหมาะสม อาจจะเขียนแผนผังมโนทัศน์โดยการผสมผสานประเภทต่างๆ ของแผนผังมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

2.3.2 องค์ประกอบของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

Novak (1991) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์ว่า ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนได้แก่

1. มโนทัศน์ (concept) หมายถึง คำที่ใช้แทนชื่อของมโนทัศน์ ซึ่งเป็นคำหรือวลีสั้นๆ
2. ความสัมพันธ์ (relationship) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (propositional linkage) เป็นการลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์
3. ลำดับชั้น (hierarchy) คือชั้นหรือลำดับชั้นของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รอง
4. การเชื่อมโยงข้าม (cross-links) เป็นการแสดงความสัมพันธ์การเชื่อมโยงข้ามชั้นหรือ ข้ามชั้นระหว่างมโนทัศน์ จากมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกมโนทัศน์หนึ่ง

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่าน (Cassidy, Nakonechny, และ Griffiths, 2001) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่าประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. คำมโนทัศน์ (concept labels) เป็นชื่อมโนทัศน์ อาจเป็นคำ วลี หรือประโยคสั้นๆ โดยเขียนไว้ในกรอบ ซึ่งอาจเป็นรูปวงกลม วงรี หรือสี่เหลี่ยมก็ได้
2. การเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์อย่างมีความหมาย (Meaningful relationships) คือ การลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้อาจเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง บางครั้งอาจแสดงทิศทางความสัมพันธ์ด้วยลูกศรกำกับไว้
3. ประพจน์ (propositions) คือ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ ทำให้เกิดความหมาย

Yin, Vanides, Ruiz-Primo, Ayala, และ Shavelson (2004) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่า ประกอบด้วย

1. โหนด (nodes) หมายถึง คำหรือมโนทัศน์
2. เส้นเชื่อมโยง (linking lines) เป็นเส้นที่มีลูกศรทิศทางเดียวจากมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกมโนทัศน์หนึ่ง
3. วลีเชื่อมโยง (linking phrases) เป็นคำที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างโหนดอยู่บนเส้นเชื่อมโยง
4. ประพจน์ (proposition) คือ การเชื่อมโยงระหว่างโหนดสองโหนดด้วยเส้นที่มีวลีเชื่อมโยงกำกับอยู่

Fay และ Joo (2004: 155-161) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่าประกอบด้วย

1. โหนด (nodes) หมายถึง มโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา เขียนลงในกรอบหรือวงกลม
2. เส้นหรือการเชื่อม (lines or links) เป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของมโนทัศน์
3. ประพจน์ (propositions) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของมโนทัศน์

การศึกษาส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์ดังกล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าแผนผังมโนทัศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้ (1) คำมโนทัศน์ (nodes) (2) เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (linking lines) (3) คำเชื่อม (linking phrases) และอาจมี (4) การเชื่อมโยงข้าม (cross-links)

2.3.3 ขั้นตอนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

การสร้างแผนผังมโนทัศน์มีนักวิชาการหลายท่านเสนอขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

Novak (1984: 46) เป็นผู้ที่ได้นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบลมาเป็นพื้นฐานในการสร้างระบบการเรียนการสอนแบบการจัดแผนผังมโนทัศน์มีขั้นตอนหลักดังนี้

- 1) กิจกรรมขั้นเตรียมตัว
- 2) ปฏิบัติการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

ในการฝึกให้นักเรียนเขียนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ด้วยตนเองจำเป็นต้องชักจูงให้เห็นคุณค่า และความสำคัญแล้วจึงฝึกฝนเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มย่อย

White และ Gunstone (1992, 17-18) ให้คำแนะนำขั้นตอนในการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์สำหรับครูผู้สอน มีขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกชุดของคำศัพท์มโนทัศน์
2. จัดเตรียมคำศัพท์มโนทัศน์ให้นักเรียนในบัตรดัชนีขนาด 3x5 นิ้ว และแผ่นกระดาษ
3. ให้คำแนะนำต่อไปนี้นี้ให้กับนักเรียนที่ละขั้นตอน
 - 1) จัดเรียงบัตรทั้งหมดและนำไปวางบนกระดาษด้านใดด้านหนึ่งในที่ที่นักเรียนต้องการหรือที่นักเรียนคิดว่าไม่เกี่ยวข้องกัน
 - 2) ใส่บัตรที่เหลือบนแผ่นกระดาษและจัดเรียงบัตรที่เกี่ยวข้องกันไว้ใกล้กันแต่เว้นช่องว่างระหว่างบัตร
 - 3) เมื่อนักเรียนพอใจกับการจัดบัตรให้นักเรียนติดบัตรนั้นลงในแผ่นกระดาษ
 - 4) ลากเส้นระหว่างคำที่มีความสัมพันธ์กัน
 - 5) เขียนข้อความบนแต่ละเส้นแสดงลักษณะของความสัมพันธ์

- 6) ให้กลับไปที่บัตรเหล่านี้และพิจารณาว่าต้องการเพิ่มสิ่งใดลงในแผนผัง ถ้าเพิ่มให้แน่ใจว่าต้องเขียนลักษณะของการเชื่อมโยงระหว่างคำศัพท์อื่นๆ ด้วย

Ault (1985: 41) เสนอว่า การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ไม่มีทิศทางในการสร้างที่แน่นอนตายตัว แต่สามารถสร้างได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นควรจะเริ่มด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ โดยกระทำในรูปของกิจกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง นอกจากนี้ได้ให้คำแนะนำขั้นตอนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เลือก โดยเลือกเรื่องที่จะเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์อาจนำมาจากตำรา คำบรรยาย คำอธิบาย ก่อนการปฏิบัติการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้งแล้วสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญ โดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกมโนทัศน์เหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็กๆ เพื่อที่สะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ เป็นการนำมโนทัศน์ที่สำคัญซึ่งเขียนลงในแผ่นกระดาษเล็กๆ แล้ว นำมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม เป็นการนำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อคือ

1. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน
2. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ เป็นการนำมโนทัศน์ที่มีอยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นตอนนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนทัศน์อื่นๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยง เป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยง และมีคำเชื่อมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ไว้บนเส้นทุกเส้น ซึ่งสามารถอ่านได้เป็นประโยคที่มีความหมาย เส้นที่เชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกันได้

จากการศึกษาการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์จะเริ่มจากการคัดเลือกคำที่เป็นมโนทัศน์ ซึ่งอาจเป็นเหตุการณ์หรือวัตถุ แล้วนำมาจัดลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ให้ลดหลั่นกันลงมา รวมทั้งตัวอย่างจะอยู่ด้านล่างสุด แล้วใช้คำเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างสมเหตุสมผล โดยการลากเส้นที่มีคำเชื่อมโยงแสดงการเชื่อมโยงมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดประโยคที่มี

ความหมาย การที่ผู้เรียนจะเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ได้แสดงว่าผู้เรียนจะต้องมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้น และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

จากแนวคิดการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสรุปขั้นตอนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มทดลอง 5 ชั้น โดยปรับจาก Ault (1985: 41) ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือก (Select) คือ ขั้นตอนการระบุคำสำคัญ (key words) หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเรื่องโดยอ่าน หรือเรื่องที่ต้องการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ วิธีการระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ โดยการขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอมมโนทัศน์เหล่านั้น ลงในกระดาษแผ่นเล็ก ๆ

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ (Rank) คือ ขั้นตอนการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความกว้าง ไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยนำกระดาษแผ่นเล็ก ๆ ที่เขียนมโนทัศน์ที่สำคัญมา จัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดไปยังมโนทัศน์ที่มีความหมายแคบลงมา

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม (Cluster) คือ ขั้นตอนการนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยมีเกณฑ์ 2 ข้อคือ

1. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน
2. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ (Arrange) คือ ขั้นตอนการนำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดเรียงตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นตอนนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หรืออาจหามโนทัศน์อื่นๆ มาเพิ่มเติมได้อีกเพื่อให้ได้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยง (Link) คือ ขั้นตอนการนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกัน โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้บนเส้นเชื่อมโยงทุกเส้น เส้นเชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกันได้

2.4 การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

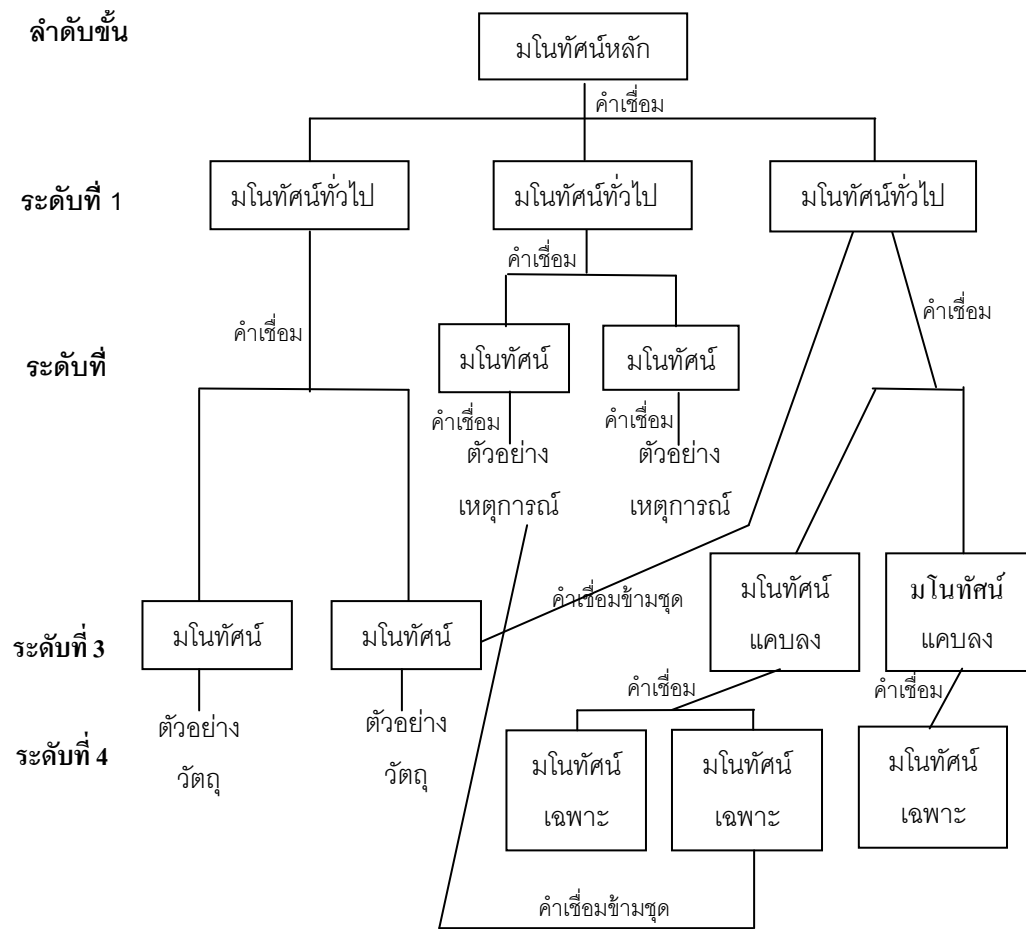
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ พบว่า มีแนวทางการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

Novak (1984: 105) ได้เสนอแนวทางในการให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ว่ามีพื้นฐานเบื้องต้นจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของออสซูเบล (Ausubel's Cognitive Learning Theory) โดยเฉพาะแนวคิด 3 ประการคือ

- (1) โครงสร้างความรู้มีการจัดลำดับขั้นในมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมาย และประพจน์ที่ครอบคลุมมากไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะและประพจน์ที่ครอบคลุมน้อยกว่า
- (2) มโนทัศน์ในโครงสร้างความรู้ได้รับการจำแนกความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะสังเกตเห็นวัตถุหรือเหตุการณ์ที่มีความครอบคลุมและลักษณะพิเศษมากกว่า และจะจำแนกการเชื่อมโยงเชิงประพจน์ที่มากกว่ากับมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน
- (3) การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการเกิดขึ้นเมื่อมโนทัศน์สองหรือมากกว่า ถูกจัดเป็นประพจน์ใหม่ที่มีความสอดคล้องกัน หรือมโนทัศน์ที่มีความหมายขัดแย้งกัน

Novak และ Gowin (1984) ได้เสนอกระบวนการการให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. ประพจน์ (Propositions) คือ ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์จำนวน 2 มโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกันโดยใช้คำเชื่อม และทำให้ประพจน์มีความสมเหตุสมผลให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับแต่ละประพจน์ที่สมเหตุสมผลและมีความหมาย
2. ลำดับขั้น (Hierarchy) คือ การแสดงถึงระดับของลำดับขั้นในแผนผังมโนทัศน์ โดยมโนทัศน์ที่อยู่รองลงมาจะเป็นมโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงและมีความหมายน้อยกว่ามโนทัศน์ที่อยู่ในลำดับแรกๆ ให้คะแนน 5 คะแนนสำหรับระดับที่สมเหตุสมผลแต่ละระดับของลำดับขั้น
3. การเชื่อมโยงข้ามชุด (Cross link) คือ การแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และไม่ซ้ำแบบใคร ควรได้รับคะแนนพิเศษหากมีความสมเหตุสมผลให้คะแนน 10 คะแนน ในแต่ละครั้งของการเชื่อมโยงข้ามชุด
4. ตัวอย่าง (Examples) คือ ตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุ ที่สมเหตุสมผลของสิ่งที่มีมโนทัศน์บ่งไว้ อาจให้คะแนนตัวอย่างละ 1 คะแนน



จากแผนผังมโนทัศน์แบบลำดับชั้น (Novak, 1984: 37) คิดคะแนนได้ดังนี้

ความสัมพันธ์	1 x 14	=	14	คะแนน
เชื่อมข้ามชุด	10 x 2	=	20	คะแนน
ลำดับชั้น	4 x 5	=	20	คะแนน
ตัวอย่าง	4 x 1	=	4	คะแนน
รวม		=	58	คะแนน

แผนภาพที่ 8 ตัวอย่างการให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์แบบลำดับชั้น

(Novak, 1984: 37)

Mason (1992: 54-55) เสนอว่า การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์จะต้องสอดคล้องกับจำนวนของมโนทัศน์ การเชื่อมโยงที่มีความสัมพันธ์และการจัดระเบียบภายในแผนผัง โดยแสดงเกณฑ์และคำอธิบายที่ใช้วิเคราะห์แผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์สำหรับคะแนนเชิงปริมาณของแบบฝึกหัดแผนผังมโนทัศน์ (Mason, 1992: 55)

เกณฑ์	ระดับคะแนน				
	ไม่สมบูรณ์ (Poor) 1	พอใช้ (Fair) 2	ดี (Good) 3	ดีมาก (Very Good) 4	ดีเยี่ยม (Excellent) 5
1. จำนวนของมโนทัศน์					
2. จุดเน้นของมโนทัศน์					
3. ความถูกต้องสมเหตุสมผลของการเชื่อมต่อก					
4. จำนวนของคำเชื่อม					
5. ลักษณะเส้นตามแนวอนเทียบกับแนวตั้ง					
6. ความหมายของคำที่ใช้เป็นคำเชื่อม					

หมายเหตุ: พื้นฐานสำหรับการกำหนดลำดับคะแนน ดังนี้

จำนวนของมโนทัศน์: มีมโนทัศน์ที่สำคัญ มีมโนทัศน์ที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป

จุดเน้นของมโนทัศน์: ลำดับชั้นในแผนผังมโนทัศน์แสดงให้เห็นความสำคัญของมโนทัศน์

ความถูกต้องของการเชื่อม: รูปแบบของข้อความถูกต้องชัดเจนไม่ผิดพลาด

จำนวนของคำเชื่อม: ประกอบด้วยคำเชื่อมที่สำคัญไม่ขาดคำเชื่อมที่เป็นไปได้

ลักษณะเส้นตามแนวอนกับแนวตั้ง: ลักษณะถูกต้องไม่ขยายออกในทิศทางเดียว

ความหมายของคำที่ใช้เป็นคำเชื่อม: มีความชัดเจนเชื่อมโยงเป็นข้อความที่ถูกต้อง

Burry-Stock (1995: 41) ได้กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนที่แสดงคุณภาพของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนจะได้รับการฝึกการเชื่อมโยงผังมโนทัศน์และให้คำมโนทัศน์

ที่สำคัญก่อนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินการปฏิบัติการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ของผู้เรียนได้และอาจจะเป็นเครื่องมือที่วินิจฉัยระดับความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนก่อนเรียน การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ประกอบด้วยเกณฑ์ 5 ข้อ ดังนี้

1. มโนทัศน์สำคัญและมโนทัศน์ทั่วไป แบ่งเป็น
 - 1.1 นำเสนอคำมโนทัศน์ที่มีอยู่ในเนื้อหา
 - 1.2 นำเสนอคำมโนทัศน์ทั่วไปที่มีอยู่ในเนื้อหาน้อย
2. เส้นเชื่อมโยงมโนทัศน์สำคัญและมโนทัศน์ทั่วไป คือ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำโดยมีเส้นเชื่อมโยง
3. การเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความหมาย แบ่งเป็น
 - 3.1 มีคำเชื่อม
 - 3.2 การเชื่อมโยงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ทำให้มีความหมาย
4. แต่ละส่วนมีความหมาย คือ แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างส่วนหนึ่งกับส่วนอื่นๆ
5. รูปแบบโดยรวมมีความหมาย แบ่งเป็น
 - 5.1 การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่แสดงรูปแบบที่มีความหมาย
 - 5.2 การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่แสดงถึงความเข้าใจขั้นสูง

Yin et al. (2004) ศึกษาการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ว่า ควรมุ่งเน้นไปที่ ประพจน์และโครงสร้างของแผนผังมโนทัศน์ ในการศึกษาเบื้องต้นจึงใช้ 3 ตัวแปรในการอธิบาย การประเมินประพจน์ ได้แก่ (1) ผลรวมของคะแนนความถูกต้องแต่ละประพจน์ (2) การเลือก ประพจน์ และ (3) ความซับซ้อนของโครงสร้าง ซึ่งประพจน์ประกอบด้วยสองมโนทัศน์หรือวลีที่ เชื่อมโยงกัน ทำหน้าที่เป็นหน่วยในการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ การหาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับ คู่มโนทัศน์ การให้คะแนนประพจน์ค่อนข้างง่าย และประพจน์แสดงถึงความเข้าใจของนักเรียน (McClure et al.,1999) ในการประเมินการเชื่อมตงแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน สามารถเน้น ปริมาณอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น คะแนนจำนวนประพจน์ คุณภาพประพจน์ (ความถูกต้อง) หรือทั้งสองแบบ (คะแนนสัดส่วน)

เกณฑ์ในการให้คะแนนผู้สอนอาจสร้างขึ้นมาใหม่ หรือทำข้อตกลงกับนักเรียนขึ้นอยู่กับสิ่ง ที่นำมาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์ เช่น เนื้อหาที่บรรจุไว้ในแผนผังอาจนำคะแนนมาแบ่งเป็นส่วนๆ

และนำมาเปรียบเทียบกันโดยทำเป็นคะแนนร้อยละ ผู้เรียนบางคนอาจจะทำได้ดีกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทำให้ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 100 ก็ได้ (Novak, 1984: 37)

Herl et al. (1999) เสนอเกณฑ์การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. เนื้อหาที่มีความหมาย
2. การจัดการโครงสร้างของแผนผัง
3. จำนวนคำมโนทัศน์ที่ใช้
4. จำนวนของการเชื่อมโยง

McClure et al. (1999) เสนอการให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์แบบองค์รวม โดยให้คะแนนความสัมพันธ์และโครงสร้างของแผนผังมโนทัศน์

Kinchin (2000) เสนอการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์โดยการวิเคราะห์สองชั้น คือ การให้คะแนนเชิงปริมาณการเชื่อมโยงในแผนผังมโนทัศน์ และการให้คะแนนเชิงคุณภาพของโครงสร้างแผนผัง

Cravalho (2010) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นเกณฑ์ได้รับการพัฒนาผ่านการตรวจสอบเกณฑ์การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์อื่นๆ ที่ระบุส่วนที่เป็นประโยชน์จากเกณฑ์ดังกล่าวและในที่สุดการสังเคราะห์ความคิดจากส่วนที่เป็นเกณฑ์ใหม่ เกณฑ์นี้แบ่งการประเมินออกเป็นสี่ส่วน ได้แก่ การจัดการเนื้อหา โครงสร้างการสื่อสาร และการนำเสนอโดยรวม สำหรับส่วนการจัดการเนื้อหาแต่ละแผนผังได้รับการประเมินเกี่ยวกับการจัดการโดยรวม รูปแบบและความเหมาะสมของหัวข้อหลักและย่อยหัวข้อ สำหรับส่วนของโครงสร้างแต่ละแผนผังได้รับการประเมินเกี่ยวกับความชัดเจนของโหนด และการเชื่อมโยง ในส่วนของการสื่อสารแต่ละแผนผังได้รับการประเมินเกี่ยวกับประสิทธิภาพโดยรวมของโครงสร้างแผนผังในส่วนของการสื่อสาร แสดงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติหัวข้อหลักและหัวข้อย่อย สำหรับส่วนการนำเสนอโดยรวมในแต่ละแผนผังได้รับการประเมินโดยรวมของระดับการนำเสนอ ความเข้าใจข้อมูลที่นำเสนอในแผนผัง คะแนนแต่ละส่วนมีค่าระหว่าง 0 และ 3 คะแนน เมื่อรวมคะแนนทั้งหมดทำให้คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้มีค่าเท่ากับ 12 คะแนน

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (ปรับจาก Crvalho, 2010: 17-24)

	เป็นแบบอย่างได้ (3)	สูงกว่ามาตรฐาน (2)	ตรงมาตรฐาน (1)	ต่ำกว่ามาตรฐาน (0)
การจัดการเนื้อหา	-การจัดการดี -รูปแบบเชิงเหตุผลที่ถ่ายทอดการปฏิบัติตามตลอดเวลา -มโนทัศน์หลักที่ชัดเจน -ประกอบด้วยมโนทัศน์รองที่เหมาะสม	-การจัดการดี -รูปแบบง่ายที่จะทำตามเวลาส่วนใหญ่ -มโนทัศน์หลักที่ชัดเจน -ประกอบด้วยมโนทัศน์รองที่เหมาะสม	-มีการจัดการบางส่วน -รูปแบบยากที่จะปฏิบัติตาม -มโนทัศน์หลักไม่ชัดเจน -ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยที่ไม่เหมาะสม	-การจัดการสับสน -รูปแบบยากที่จะปฏิบัติตาม -มโนทัศน์หลักไม่ชัดเจนทั้งหมด -ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยที่ไม่เหมาะสม
โครงสร้าง	-โน้ตแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ -การเชื่อมโยงมีข้อความกำกับที่ถูกต้อง	-โน้ตง่ายที่จะปฏิบัติตาม แต่บางครั้งไม่ชัดเจน -การเชื่อมโยงมีข้อความกำกับ	-โน้ตยากต่อการปฏิบัติตาม -การเชื่อมโยงไม่มีข้อความกำกับ	-โน้ตยากมากที่จะปฏิบัติตาม -การเชื่อมโยงไม่มี
การสื่อสาร	-โครงสร้างให้ภาพที่ชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างความคิด (5หรือมากกว่า)	-โครงสร้างให้ภาพที่ชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างความคิด บางอย่าง (ระหว่าง3-4)	-โครงสร้างให้ภาพที่ชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเล็กน้อย(ระหว่าง 1-2)	-โครงสร้างไม่เหมาะสม
การอธิบาย	-ประพจน์มีความชัดเจนและผลสัมฤทธิ์ของความเข้าใจอยู่ในระดับสูง	-ประพจน์มีความชัดเจนและผลสัมฤทธิ์ของความเข้าใจอยู่ในระดับพื้นฐาน	-ประพจน์ไม่ชัดเจนทั้งหมด แต่ผลสัมฤทธิ์ของความเข้าใจอยู่ในระดับพื้นฐาน	-ประพจน์ไม่ชัดเจนและเข้าใจยาก

Bartels (1995: 542-549) เสนอเกณฑ์การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ 3 ด้าน
ดังนี้

- 1) มโนทัศน์และคำศัพท์
 - 3 คะแนน แสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่อง หลักการ ใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ที่เหมาะสม
 - 2 คะแนน มีความผิดพลาดบางอย่างในคำศัพท์หรือแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพียงไม่กี่มโนทัศน์
 - 1 คะแนน มีความผิดพลาดคำศัพท์จำนวนมาก และแสดงให้เห็นการขาดความเข้าใจในมโนทัศน์จำนวนมาก
 - 0 คะแนน แสดงความไม่เข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องและหลักการ
- 2) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
 - 3 คะแนน ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญทั้งหมดและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
 - 2 คะแนน ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ แต่ทำการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้องบางแห่ง
 - 1 คะแนน การเชื่อมต่อไม่ถูกต้องจำนวนมาก
 - 0 คะแนน ผิดพลาดในการใช้มโนทัศน์ที่เหมาะสม หรือการเชื่อมต่อที่เหมาะสม
- 3) ความสามารถในการสื่อสารผ่านแผนผังมโนทัศน์
 - 3 คะแนน โครงสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมและสมบูรณ์และมีตัวอย่างการจัดวางมโนทัศน์ในลำดับชั้นที่เหมาะสมและวางคำเชื่อมโยงในการเชื่อมต่อทั้งหมด แผนผังมโนทัศน์ง่ายต่อการแปลความหมาย
 - 2 คะแนน วางมโนทัศน์เกือบทั้งหมดในลำดับชั้นที่เหมาะสมและระบุคำเชื่อมโยงเพื่อการเชื่อมต่อมากที่สุด แผนผังมโนทัศน์ที่ง่ายต่อการแปลความหมาย
 - 1 คะแนน วางมโนทัศน์ในลำดับชั้นเหมาะสมน้อยหรือใช้คำเชื่อมโยงน้อย แผนผังมโนทัศน์ที่ยากในการแปลความหมาย
 - 0 คะแนน ผลลัพธ์สุดท้ายที่ไม่ใช่แผนผังมโนทัศน์

จากการศึกษาการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ว่า การประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ประเมินได้จากโครงสร้างความรู้ที่ปรากฏอยู่ในแผนผังมโนทัศน์ และประเมินจากการวัดระดับของการปฏิบัติในแต่ละเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจะใช้แบบใดขึ้นอยู่กับ

ครูผู้สอน หรือการทำข้อตกลงกับนักเรียน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกการประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์แบบระบบการให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์โดยใช้แบบวัดมาตราส่วนประเมินค่า เนื่องแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันที่จำนวนรวมของประพจน์และรูปแบบของโครงสร้างของแผนผัง โดยปรับจาก Bartels (1995: 542-549) ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็นสี่ส่วนได้แก่ 1)มโนทัศน์ 2)ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และ 3) การสื่อสารผ่านแผนผังมโนทัศน์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน / ระดับคุณภาพ			
	4 / ดีมาก	3 / ดี	2 / พอใช้	1 / ปรับปรุง
1) มโนทัศน์ แสดงความเข้าใจ มโนทัศน์ของเรื่อง	ระบุมโนทัศน์ที่ สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ขาดมโนทัศน์ที่ สำคัญ 1-2 มโนทัศน์	ขาดมโนทัศน์ที่ สำคัญ 3-4 มโนทัศน์	ขาดมโนทัศน์ที่ สำคัญมากกว่า 4 มโนทัศน์
2)ความ สัมพันธ์ ระหว่าง มโนทัศน์ แสดงถึงความ สัมพันธ์ระหว่าง คู่ของมโนทัศน์	เขียนเส้นเชื่อมโยง ระหว่างมโนทัศน์ ได้ถูกต้อง ระบุ คำเชื่อมบนเส้น เชื่อมโยงได้ ถูกต้องเหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยง ระหว่างมโนทัศน์ ได้ถูกต้อง ระบุ คำเชื่อมบนเส้น เชื่อมโยงไม่ เหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยง ระหว่างมโนทัศน์ ไม่ถูกต้อง บางส่วน ระบุ คำเชื่อมบนเส้น เชื่อมโยงไม่ เหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยง ระหว่างมโนทัศน์ ไม่ถูกต้อง ระบุ คำเชื่อมบนเส้น เชื่อมโยงไม่ เหมาะสม
3) การสื่อสาร ผ่านแผนผังมโน ทัศน์ รูปแบบโครงสร้าง แผนผังเหมาะสม	รูปแบบโครงสร้าง แผนผังเหมาะสม การจัดวางมโน ทัศน์ ในลำดับชั้นที่ เหมาะสมทำให้ เข้าใจง่าย	รูปแบบโครงสร้าง แผนผังเหมาะสม การจัดวางมโน ทัศน์เกือบทั้งหมด ในลำดับชั้นที่ เหมาะสม ทำให้ เข้าใจง่าย	รูปแบบโครงสร้าง แผนผังเหมาะสม การจัดวางมโน ทัศน์ในลำดับชั้น ไม่ค่อยเหมาะสม ทำให้เข้าใจยาก	รูปแบบโครงสร้าง แผนผังไม่ เหมาะสม การจัด วางมโนทัศน์ใน ลำดับชั้นไม่ เหมาะสมทำให้ เข้าใจยาก

2.5 ประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

การศึกษาการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: 33-36) ได้กล่าวถึงการนำการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ไปสู่กิจกรรมการทำงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน
2. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆที่อยู่ในความคิดของนักเรียนซึ่งทำให้ทราบว่านักเรียนกำลังคิดอะไรและกำลังคิดจะทำอะไรเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ คล้ายกับการเดินทางโดยใช้แผนที่
3. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากตำราซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไปและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน
4. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการหรือในห้องปฏิบัติการภาคสนาม การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ นักเรียนว่าควรจะทำอะไรบ้างสังเกตสิ่งใดบ้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้
5. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการวางแผนการประเมินหลักสูตร
6. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการเตรียมการสอน เช่น การพัฒนาหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้ บทเรียน การเขียนเค้าโครงของเรื่อง เพื่อเขียนตำราทางวิชาการ ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาต่างๆ เข้าด้วยกัน
7. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
8. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนจะส่งผลให้ทราบถึงข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนจากการสอนของคุณ
9. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดและความรู้ที่เรียนในกิจกรรมหนึ่งกับสิ่งที่เขาได้เรียนมาแล้วในกิจกรรมอื่นๆ
10. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์อาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้เห็นถึงการรับรู้มโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด

Novak และ Gowin (1984: 36-37) กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

1. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยในการเตรียมการสอนดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในเนื้อหา
 - 1.2 วิเคราะห์มโนทัศน์ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่สอน
 - 1.3 ช่วยเลือกข้อความเชื่อมโยงที่เหมาะสมหรือเปลี่ยนแปลงระดับมโนทัศน์ใหม่ตามความเหมาะสม
 - 1.4 แยกข้อแตกต่างระหว่างวัตถุประสงค์เฉพาะและมโนทัศน์ได้ชัดเจน
2. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาภาคเรียน หรือรายหน่วย เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นรายละเอียดได้มากขึ้น การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ยังช่วยให้ครูและนักเรียนรู้ว่าได้เรียนอะไรไปแล้ว เรียนถึงเรื่องไหน กำลังเรียนอะไร โดยครูคิดแผนผังมโนทัศน์ที่จัดทำขึ้นไว้ในห้องเรียน
3. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากตำราเรียน สรุปเนื้อหา และช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาแบบกว้างๆ ก่อนจะอ่านตำรา และยังช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ และเข้าใจว่ามโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์จะทำให้ให้นักเรียนทำความเข้าใจในเรื่องได้ดีด้วย
4. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากการเรียนภาคปฏิบัติ การทำแผนผังมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญได้
5. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยสรุปประเด็นสำคัญจากเรื่องที่อ่าน การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องแล้วเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ แสดงความสัมพันธ์ตามลำดับก่อนหลังจะช่วยให้สรุปสิ่งสำคัญในบทความได้อย่างแม่นยำ
6. การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ช่วยในการวางแผนในการเขียนบทความ บทบรรยายและเขียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมความคิดออกมาเป็นโครงสร้างของการเรียนได้ ช่วยวางกรอบของความคิดเมื่อลงมือเขียนบทความ ทำให้มีแนวทางในการเขียน สามารถปรับปรุงเพิ่มเติมแก้ไขขณะที่เขียนได้
7. การจัดนิทรรศการการเตรียมโปสเตอร์สามารถนำวิธีการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการแสดง โดยการติดริบบิ้นเพื่อเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงความสำคัญของการจัดลำดับความหมาย และความสัมพันธ์

Ault (1985: 45) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้คือ

1. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการเตรียมการสอนซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน
2. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการวางแผนประเมินหลักสูตร
3. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่จะอภิปรายจะทำให้ครอบคลุมประเด็นทั้งหมด
4. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เป็นแนวทางในการทำปฏิบัติการทดลองจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์
5. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการจับใจความสำคัญจากตำราเรียนจะทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น
6. ใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการตอบข้อสอบแทนการเขียนตอบ

Mason (1992: 54) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะถูกนำเสนออย่างมีความสัมพันธ์กันและกัน และเป็นการลดหลั่นกันลงมาตามความหมายอย่างกว้างไปสู่ความหมายเฉพาะเจาะจง
2. สามารถใช้บ่งชี้ความรู้แรกเริ่มและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งครูและนักเรียน
3. มีลักษณะเฉพาะในการนำเสนอผลการเรียนรู้มีความแตกต่างกันและน่าสนใจ
4. การทำงานร่วมกันของกลุ่มทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

จากประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้น สรุปได้ว่าการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เป็นเครื่องมือเพื่อนำไปวางแผนการจัดกิจกรรม การจัดลำดับเนื้อหาในการสอนของครู และใช้เป็นเครื่องมือวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน สำหรับนักเรียนสามารถใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนจำได้ง่าย

2.6 การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

การเรียนการสอนแบบสืบสอบด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) มี

นักวิชาการทางการศึกษาหลายคนก็นำมาใช้ร่วมกับการเชื่อมโยงผังมโนทัศน์ โดยนำมาร่วมในขั้นตอนการเรียนการสอนดังนี้

การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในขั้นการประเมินผล ดังนี้ Kaynar, Tekkaya, และ Cakiroglu (2009) ศึกษาการสอนตรวจสอบประสิทธิผลของวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับเกรด 6 ในมโนทัศน์เรื่องเซลล์และความเชื่อทางปรัชญาญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ โดยในขั้นประเมินผลให้นักเรียนจัดผังมโนทัศน์ สอดคล้องกับ Magonigle (2011) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในรูปแบบของบทเรียนเรื่อง โลกและอวกาศ วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในขั้นประเมิน และ Llewellyn (2005) เสนอแนะกิจกรรมหนึ่งที่ครูสามารถใช้ในขั้นการประเมินผลของวงจรการเรียนรู้ 5E คือ การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

Atkin และ Karplus (1962: 45-51) ได้เสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ ว่าในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูอาจใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การเขียน การวาดภาพ การชมภาพยนตร์ การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ การทำผัง KWL (Know-Wonder-Learn Charts) เพื่อให้นักเรียนใช้การสังเกต ข้อมูลของตัวเองและข้อมูลที่ครูจะอธิบายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ ที่ค้นพบหรือสรุป ช่วยให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับมโนทัศน์เดิมได้ชัดเจนขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยวงจรการเรียนรู้แบบ 5E นักการศึกษาใช้ในการประเมิน (Evaluation) เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนการสอน รวมถึงใช้ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเชื่อมโยงมโนทัศน์นำไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เนื่องจากขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเป็นขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อนำไปสู่การสรุปผล ครูทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เป็นการแสดงการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูสร้างความสนใจและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนในการประเมินมโนทัศน์เดิมของนักเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนการตรวจสอบปัญหา การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการอันหลากหลาย โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อนำไปสู่การสรุปผล ครูทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นักเรียนเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เพื่อแสดงการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้น ซึ่งการจัดผังมโนทัศน์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) เลือก (Select) คือ การระบุค่าสำคัญหรือมโนทัศน์ที่สำคัญจากสาระที่เรียน

(2) จัดลำดับ (Rank) คือ การจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์กว้างครอบคลุมไปยังมโนทัศน์เฉพาะเจาะจง

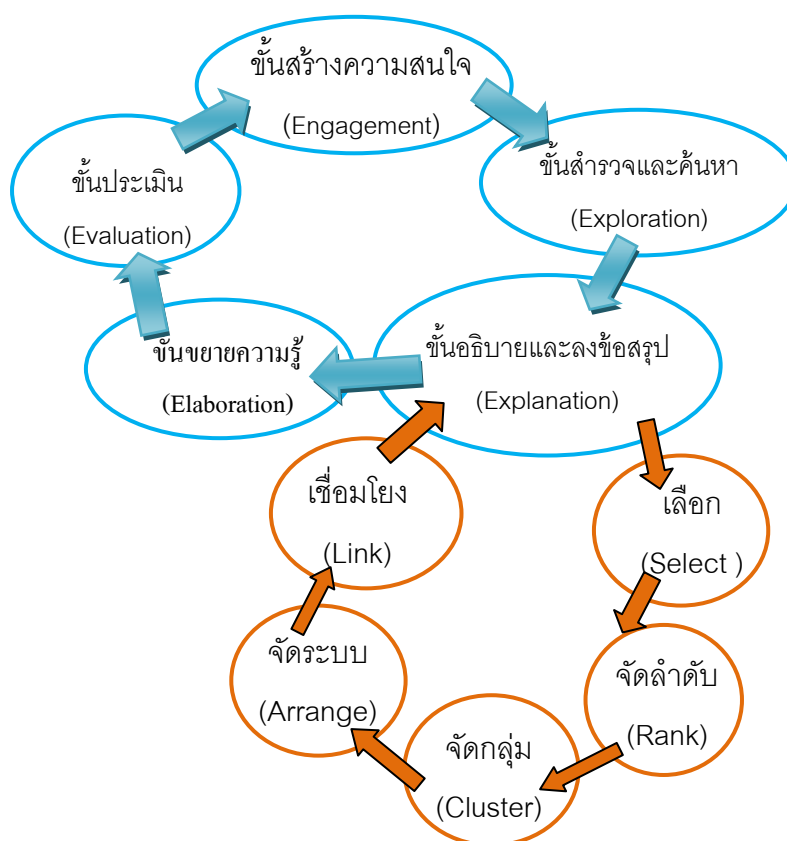
(3) จัดกลุ่ม (Cluster) คือ การนำมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน

(4) จัดระบบ (Arrange) คือ การนำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดลำดับความเกี่ยวข้อง

(5) เชื่อมโยง (Link) คือ การนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันด้วยเส้นที่มีค่าเชื่อม และมีค่าเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้บนเส้นเชื่อมโยงทุกเส้น เส้นเชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกันได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์เพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับความรู้หรือสถานการณ์ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ซึ่งก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาต่อไป ทำให้ความรู้ขยายขอบเขตกว้างมากขึ้น

5) **ขั้นการประเมิน (Evaluation)** คือ ขั้นตอนที่ประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน ตามสภาพจริง ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ รวมทั้งอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง ซึ่งการประเมินดังกล่าวนี้จะแทรกอยู่ในแต่ละขั้น



แผนภาพที่ 9 การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

2.6.1 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ในแต่ละขั้นตอน โดยศึกษาบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ของ Bybee et al. (2006a) และบทบาทครูและนักเรียนในการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ของ Ault (1985: 41-45)

ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

ขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทนักเรียน
การเรียนรู้การสอน		
1. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engagement)	(1)กระตุ้นความสนใจและความ อยากรู้อยากเห็นของนักเรียน (2)ตั้งประเด็นคำถามที่กระตุ้นให้ นักเรียนคิด (3)ตรวจสอบมโนทัศน์เดิมและ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	(1)แสดงความสนใจหรืออยากรู้อยาก เห็นในเรื่องที่ศึกษา (2)ถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับ เหตุการณ์
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	(1)ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มของ นักเรียน (2)สังเกตและฟังการโต้ตอบของ นักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรม (3)ซักถามคำถามเพื่อนำไปสู่การ สำรวจตรวจสอบ (4)ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาให้กับ นักเรียน	(1)มีส่วนร่วมในการอภิปราย (2)คิดอย่างอิสระแต่อยู่ใน ขอบเขตของกิจกรรมที่ศึกษา (3)สร้างและตรวจสอบสมมติฐาน (4)พยายามค้นหาแนวทางการ แก้ปัญหา (5)บันทึกการสังเกตและให้ ความคิดเห็น
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	(1)ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบาย มโนทัศน์และคำนิยามด้วยภาษาของ นักเรียน (2)ให้นักเรียนใช้หลักฐานในการให้ เหตุผลและอธิบายข้อความอย่าง ชัดเจน	(1)อธิบายวิธีการแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ (2)รับฟังการอธิบายของผู้อื่นอย่าง มีวิจารณญาณเพื่อนำไปวิเคราะห์ ในการประมวลความรู้

ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทนักเรียน
	<p>(3) ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายมโนทัศน์</p> <p>(4) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์</p> <p>(5) เชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนนำไปสู่ความรู้หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง</p>	<p>(3) ถามคำถามเพื่อให้ผู้อื่นได้อธิบาย</p> <p>(4) ระวังถึงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว</p> <p>(5) ระบุคำมโนทัศน์ที่สำคัญ และค่านิยามด้วยภาษาของนักเรียน</p> <p>(6) เรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง</p> <p>(7) จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน</p> <p>(8) นำมโนทัศน์ที่สัมพันธ์มาจัดลำดับความเกี่ยวข้อง</p> <p>(9) เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันด้วยเส้นที่มีคเชื่อมโยง</p> <p>(10) มีส่วนร่วมกันจัดผังมโนทัศน์</p>
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<p>(1) ส่งเสริมให้นักเรียนนำมโนทัศน์และทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่</p> <p>(2) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามที่ได้เรียนรู้</p>	<p>(1) การใช้คำอธิบาย ค่านิยาม และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</p> <p>(2) ใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในการตอบคำถาม เพื่อเสนอแนวทางแก้ไข ปัญหาและการออกแบบการทดลองในสถานการณ์ใหม่</p> <p>(3) ลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากหลักฐานที่ปรากฏ</p> <p>(4) ตรวจสอบเพื่อความเข้าใจกับครู และเพื่อน</p>

ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทนักเรียน
การเรียนการสอน		
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	(1)สังเกตการนำมโนทัศน์และทักษะของนักเรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ (2)ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน (3)ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อเสริมความคิดหรือพฤติกรรมของนักเรียน (4)ให้นักเรียนประเมินตนเอง (5)ถามคำถามปลายเปิดเพื่อการประเมินการเรียนรู้	(1)ตอบคำถามโดยใช้การสังเกต จากหลักฐานและคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับ (2)แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจหรือความรู้ในมโนทัศน์หรือทักษะ (3)ประเมินความก้าวหน้า และความรู้ของตนเอง (4)ถามคำถามที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบในประเด็นอื่นๆต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนและส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956:122-130) จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย โดยมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองและสติปัญญา ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ด้านจิตพิสัย โดยมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้สึกเกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว เป็นต้น

3. ด้านทักษะพิสัย โดยมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนมีทักษะ มีความชำนาญในการดำเนินงานต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545:11-15) ได้เสนอเป้าหมายสำคัญในการวัดประเมินผลจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจำแนกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ซึ่งความรู้คิดแบ่งออกเป็น 6 ด้าน โดยแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ดังนี้
 - 1.1 ความรู้ คือ รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสาระสนเทศ
 - 1.2 ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
 - 1.3 การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
 - 1.4 การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย
 - 1.5 การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
 - 1.6 การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก
2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะ เขาวرنปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยกระบวนการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ
 - 2.1 ทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้ เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ
 - 2.2 กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้
3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน ดังนี้
 - 3.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 239) ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดตามแนวของ Leopold E Klopfer แห่งมหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์ก ดังนี้

1. ด้านความรู้ (knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ จะแสดงออกโดยสามารถ การให้คำจำกัดความหรือนิยามแล้วเหตุการณ์ จุดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมการด้านความรู้

2. ด้านความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ โดยพฤติกรรมการความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

- 1) ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่างๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2) ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่
- 3) ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังต่อไปนี้

- 1) การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้
- 2) การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน
- 3) การตีความหมายข้อสรุปและการสรุป ประกอบด้วย การจัดการกระทำกับข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- 4) การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย การตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application)

หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 641) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการวัดความสามารถด้านความรู้และความคิดของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2534: 101–103) เสนอว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (fact) มโนทัศน์ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และสมมติฐาน (Hypothesis)
2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบการค้นหาคำตอบ ข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

ประวิตร ชูศิลป์ (2524:25–33) กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดทั้งสองส่วน ดังนั้น ในการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัดเป็น 4 พฤติกรรมดังนี้

1. ด้านความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรารู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก ความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และสามารถอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความและแปลความหมาย โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) หมายถึง ความสามารถในการสืบสอบหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติ และการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เกณฑ์การตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานใช้ระบบผ่านและไม่ผ่าน โดย กำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านแต่ละรายวิชาที่ร้อยละ 50 สำหรับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กำหนดช่วงคะแนนร้อยละและระดับ คุณภาพของผู้เรียน ดังนี้

ช่วงคะแนน	ความหมาย
80-100	ดีเยี่ยม
70-79	ดี
60-69	พอใช้
50-59	ผ่าน
0-49	ไม่ผ่าน

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดจากพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดจากความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า วัดจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) มาจากคำว่า “Aptus” ในภาษาลาติน ซึ่งหมายถึง ความเหมาะสม (Fitness) หรือการปรุงแต่ง (ศักดิ์ สุนทรเสถียร. 2531: 1) คำว่า “เจตคติ” หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นอกจากนั้นยังมี ผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้อีกมากมาย ดังต่อไปนี้

ประสาธ อิศรปริดา (2523: 177) ให้ความหมายว่า เจตคติเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดความเชื่อ ความคิดเห็น และความรู้หรือความจริง รวมถึงความรู้สึกที่เราประเมินค่าออกมาทั้งในทางบวกและทางลบ เป็นเรื่องเกี่ยวกับความร่วมมือ ไม่ร่วมมือ ความกล้า ความอดกลั้น ไม่อดกลั้น เป็นเรื่องของความรู้สึกที่เรามีต่อผู้อื่น ต่อตัวเราและสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 106) ให้ความหมายว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลอันเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 6-7) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า ลักษณะหรือท่าที หรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้มีเจตคติเป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิดหรือมีทักษะการคิดหรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

Allport (1935: 810) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง สภาวะความพร้อมของจิตใจ และประสาทที่เกิดจากประสบการณ์ ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดทิศทาง หรือมีอิทธิพลในการสนองตอบของบุคคลต่อสถานการณ์ หรือสิ่งเร้าที่มาที่มาจากเกี่ยวข้องกับ บุคคลจะสร้างหรือเกิดเจตคติได้จากการพูดจากับครอบครัว เพื่อนฝูงและเรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรง

จากความหมายของเจตคติสรุปได้ว่า เจตคติหมายถึง ความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ เห็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมาในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

4.1.2 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ฟิลิทิ์พจน์ ไชยานุกูล (2544: 20 - 25) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย

Scribes (1983: 597) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความรู้สึก และความเชื่อมั่นของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ทั้งด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับคุณประโยชน์ ความสำคัญของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

Haladyna and Shaughnessy (1982:548) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อในความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับคุณลักษณะของ นักวิทยาศาสตร์
3. เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียน ที่มีต่อกิจกรรม วิทยาศาสตร์ หรือวิธีสอน ความสนใจทางวิทยาศาสตร์
4. เจตคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นการรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรม ที่หลากหลายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
5. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 191) ได้ให้ความหมายของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธา และซาบซึ้ง การเห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วม กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพ โดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากการศึกษาความหมายของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เจตคติต่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการรับรู้ ประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของ

วิทยาศาสตร์ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ และมีแนวโน้มการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

4.2 การวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เจตคติ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ (Freeman, Carlsmith, and Sears, 1970: 248) กล่าวคือ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive component) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นความรู้ในทางดีหรือไม่ดี ทางบวกหรือทางลบ อันจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้น หากเป็นความรู้ในทางดีก็จะมีผลให้เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางดี แต่ถ้าเป็นความรู้ในทางไม่ดีก็จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ลักษณะด้านอารมณ์เป็นความรู้สึกที่ถูกรบกวนจากการรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจในสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรม (Behavioral component) หมายถึง ความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน ส่งเสริมช่วยเหลือ หรือขัดขวางต่อผู้และทำลาย เป็นต้น

ดังนั้นในการวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเลือกวัดองค์ประกอบทางด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสามด้านพร้อมกันได้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534: 214-215) ให้ความเห็นว่า การที่เจตคติค่อนข้างไปทางนามธรรมมากกว่ารูปธรรมเป็นความรู้สึกหรือความเชื่อของบุคคล ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ จึงไม่สามารถวัดเจตคติได้โดยตรง แต่วัดได้จากแนวโน้มของบุคคลที่แสดงออกทางภาษา และวัดในรูปของการแสดงความคิดเห็น หรืออาจสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้า ท่าทางการสัมผัสภาษากายความรู้สึกนึกคิด แต่แบบวัดหรือเครื่องมือที่นักจิตวิทยานิยมใช้กันมากจะอยู่ในรูปแบบสอบถามหรือแบบสำรวจที่เรียกว่า แบบวัดเจตคติ ในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้น จะต้องมีความชัดเจน หรือระบุว่าเป็นเจตคติต่ออะไร ดังนั้น ในการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จะต้องกำหนดขอบเขตของส่วนที่เป็นเป้าหมายว่าเป็นเจตคติต่อสิ่งใดให้ชัดเจนแน่นอนก่อน แล้วจึงต้องกำหนดโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538: 29-30) ได้กล่าวถึง การวัด พฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 1.1 พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ส่วนคือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียนประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 2.1.1 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
 - 2.1.3 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
 - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้
 - 2.2.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
 - 2.2.2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดเจตคติ ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วัดในรูปของการแสดงความคิดเห็น หรืออาจสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้า ท่าทาง หรือวัดในรูปของแบบวัดเจตคติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงวัดเจตคติต่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามพฤติกรรมในระดับ ความรู้สึกรู้สึกนึกคิด เช่น พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ศรัทธาและซาบซึ้ง ในผลงานทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และตระหนัก ในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี (สสวท., 2538: 29-30) ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาม (Positive) และข้อความเชิงนิเสธ (Negative)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ การเชื่อมโยงแผนผัง มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาการเรียน

การสอนแบบสืบสอบ การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

Freedman (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 20 ห้องเรียน จากการศึกษา พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Bolte (1998) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายในแผนผังมโนทัศน์ ในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยในภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอเมริกา จำนวน 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มได้รับการสอนวิธีการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ และให้นักศึกษาเขียนอธิบายเนื้อหาในแผนผังมโนทัศน์ด้วย ผลการวิจัยพบว่า การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินผลได้ดีและช่วยสร้างองค์ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน และนอกจากนี้การใช้แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความเรียงในแผนผังมโนทัศน์ในการประเมินผลมีความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทดสอบในชั้นเรียน และผลการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Song-Ling Mao and Chun-Yen Chang (1999) ศึกษาผลกระทบของวิธีการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับโลก ชั้นมัธยมศึกษา นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 284 คน รับการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการสืบสอบ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 273 คน ที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป ในเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับโลกในเชิงบวกมากขึ้น

Ruiz-Primo et al. (2001) ศึกษาการเปรียบเทียบเทคนิคการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ 2 แบบโดยรูปแบบการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กำหนดทิศทางสูง (แผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผัง) และการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่กำหนดทิศทางต่ำ (แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างผังจากคำ) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 153 คน ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการเชื่อมโยง

แผนผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำสั่งผลต่อโครงสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนได้ดีกว่าการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์แบบเติมค่าลงในแผนผัง

Odom และ Kelly (2001) ศึกษาการบูรณาการการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์และวงจรการเรียนรู้เรื่องการแพร่และออสโมซิสสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาวิชาชีววิทยา โดยการศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้ 4 แบบ คือ (1) การเรียนการสอนแบบการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (2) การเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ (3) การเรียนการสอนแบบอธิบาย และ (4) การเรียนการสอนแบบบูรณาการการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแพร่และออสโมซิส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (เกรด 11) จำนวน 108 คน ที่ได้รับการเรียนการสอน 4 แบบพร้อมกัน โดยครูสอนคนเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Cakiroglu (2006) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจในพืช กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 33 คน ที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วงจร 5E และกลุ่มควบคุม จำนวน 34 คน ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างประสิทธิภาพของเพศหญิงและเพศชาย

Cardak, Dikmenli, และ Saritas (2008) ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องระบบการไหลเวียนโลหิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียน 2 ห้องเรียน จำนวน 38 คน ระหว่าง ปี ค.ศ. 2006-2007 โดยนักวิจัยคนเดียวกัน กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Chei-Chang (2008) ศึกษาผลของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและความสนใจในการเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียน 2 ห้องเรียน ที่เรียนในหลักสูตรบัญชีชั้นสูงที่โรงเรียนการบริหารของมหาวิทยาลัยในประเทศไต้หวัน จำนวน 124 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบการจัดผังมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Kaynar, Tekkaya, และ Cakiroglu (2009) ศึกษาประสิทธิภาพของวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับเกรด 6 มโนทัศน์เรื่องเซลล์ และความเชื่อทางปรัชญาญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามความเชื่อทางปรัชญาญาณวิทยาและแบบทดสอบมโนทัศน์เรื่องเซลล์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียน 153 คน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ห้องเรียน โดยการสุ่ม 2 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุม และ 2 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองได้รับการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเซลล์และความเชื่อในปรัชญาญาณวิทยาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

SASMAZ ÖREN and TEZCAN (2009) ศึกษาประสิทธิภาพของวงจรการเรียนรู้ที่มีต่อเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียน 2 ห้องเรียน จำนวน 56 คน ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้มีเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางบวกสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Karakuyu (2010) ศึกษาผลของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนเกรด 9 จำนวน 58 คน จำนวน 2 ห้องเรียนที่ลงทะเบียนเรียนหลักสูตรฟิสิกส์ทั่วไปในโรงเรียนมัธยมในประเทศตุรกี กลุ่มทดลอง (28 คน) ได้รับการเรียนการสอนแบบการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เรื่องไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม (30 คน) ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและ

กลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของเจตคติเชิงบวกมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Qarareh (2010) ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนโดยการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเลือกแบบสุ่ม จำนวน 80 คน จากโรงเรียนของรัฐ Tafila ในภาคใต้ของประเทศจอร์แดน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ชาย 20 คน และหญิง 20 คน) ได้รับการเรียนการสอนโดยการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุม (ชาย 20 คน และหญิง 20 คน) ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง

Ali and Awan (2013) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัด TOSRA (Test of Science-Related Attitudes) ในการวัดเจตคติของนักเรียนต่อวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 10 จำนวน 1,885 คน ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

บรรจง สิทธิ (2536) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2536 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโน

ทัศน์ที่ถูกต้องในทุกมโนทัศน์ กลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 10 มโนทัศน์จาก 12 มโนทัศน์ และกลุ่มทดลองมีจำนวนผู้ที่เปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมในทุกมโนทัศน์ และกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศุภลักษณ์ ทองสนธิ (2536) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอน โดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 7 มโนทัศน์ จากมโนทัศน์ทั้งหมด 10 มโนทัศน์ ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องในทุกมโนทัศน์ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิภา เกียรติธนะบำรุง (2538) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ กลุ่มควบคุมสอนตามแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวก

ศิริลักษณ์ แก้วสมบุญ (2543) ศึกษาผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกแบบต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือต่ำกว่าร้อยละ 70 แต่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือสูงกว่าร้อยละ 70 นอกจากนี้พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รุ่งนภา ทศภานนท์ (2544) ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตระกูลประเทืองวิทยาาคม จำนวน 33 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการสร้างแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิยะดา ระวังสุข (2545) ศึกษาเรื่องการประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลำนาว จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า ผังมโนทัศน์แบบสร้างผังจากคำ และผังมโนทัศน์แบบเติมคำลงในผังที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประเมินในชั้นเรียน

นิพัทธา ชัยกิจ (2551) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรคสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรคสร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรคสร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง(Quasi-experimental Research) แบบ Two group pretest-posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป มีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภาพที่ 10

แผนภาพที่ 10 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

กลุ่มทดลอง	O_1 -----X----- O_2
กลุ่มควบคุม	O_1 -----~X----- O_2

O_1	หมายถึง	การเก็บข้อมูลก่อนทดลองด้านเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
X	หมายถึง	การเรียนการสอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์
~X	หมายถึง	การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป
O_2	หมายถึง	การเก็บข้อมูลหลังทดลองด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้าน

เจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนราชินี แผนการเรียนคณิต-อังกฤษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

โรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย คือ โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) เนื่องจากเป็นตัวแทนโรงเรียนเอกชนที่เปิดสอนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพียงพอต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล และเป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร มีจำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (S.D.) ด้วยสถิติทดสอบที (t-test) พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 และมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โดยค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.52 คะแนน และ 22.42 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 และมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(2) เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการจับสลากในการเลือกห้องที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 เป็นกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 เป็นกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.1.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.2.1 แผนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

3.2.2 แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

รายละเอียดของขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรตามที่ศึกษา 2 ตัวแปร ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ชนิด คือ (1) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ (2) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

3.1.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาตำรา หนังสือและและเอกสารที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 2) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยกำหนดร้อยละของเนื้อหาหน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมกับน้ำหนักของเนื้อหาแต่ละเรื่องและจำนวนชั่วโมงที่สอน ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบในแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หัวข้อ/เนื้อหา	พฤติกรรมการวัดด้านพุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
องค์ประกอบของระบบนิเวศ	1	2	-	1	-	-	4
ประเภทของระบบนิเวศ	2	2	-	-	-	-	4
ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ	1	1	-	1	1	-	4
การถ่ายทอดพลังงาน	1	1	1	1	-	-	4
วัฏจักรสารในระบบนิเวศ	1	2	-	1	-	-	4
การเปลี่ยนแปลงแทนที่	-	3	-	1	-	-	4
ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ	2	-	-	2	-	-	4
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-	2	-	9	-	1	12
รวม	8	13	1	16	1	1	40

- 3) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยสร้างเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่ง

เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

- 4) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมทั้งในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำแบบวัดที่แก้ไขแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (รายนามดังภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Revinelli and Hambleton, 1997 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวง และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา จากนั้นนำคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 40 ข้อ พบว่า ข้อสอบที่ใช้ได้ มีจำนวน 40 ข้อ ข้อสอบที่ได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีจำนวน 11 ข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง) ซึ่งสามารถสรุปประเด็นในการแก้ไขปรับปรุงได้ดังนี้

1. ปรับข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ ดังนี้

1.1 ปรับวิธีการเขียนในข้อคำถามให้ชัดเจนขึ้น ชัดเส้นใต้คำ เช่น “ข้อใดไม่เกี่ยวข้อง”

1.2 ปรับคำตอบจำนวน 1 ข้อ คือ ข้อ 10 ปรับคำตอบจาก “ง. ผู้ย่อยสลาย” มาเป็น “ก. พืชสีเขียว”

- 5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 ที่ผ่านการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมมาแล้ว จำนวน 40 คน
- 6) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับและรายข้อ สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ

โดยการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับพิจารณาจากค่าความเที่ยง โดยใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.38 ถึง 0.57 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.70 นำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการคัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ คือ มีค่าความเที่ยง 0.82 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.70 ข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีจำนวน 30 ข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

- 7) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำไปใช้จริงในการวิจัย

3.1.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 2) ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 3) สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อความจำนวน 60 ข้อ ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ คือเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงนิมิต (Positive) จำนวน 30 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ
- 4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - (1) ข้อความเชิงนิมิตพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน

ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
(2) ข้อความเชิงนิเสธพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้			
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน

5) นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบภาษา และความตรงเชิงโครงสร้าง แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแบบวัดที่แก้ไขแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่บ่งชี้ (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Revinelli and Hambleton, 1997 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา จากนั้นจึงนำคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า จากข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ มีข้อคำถามที่ใช้ได้จำนวน 46 ข้อ ข้อคำถามที่ใช้ไม่ได้ มีจำนวน 14 ข้อ ส่วนข้อคำถามที่ต้องปรับปรุงมีจำนวน 2 ข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง) โดยได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 2 ข้อ ซึ่งสามารถสรุปประเด็นในการแก้ไขปรับปรุงได้ดังนี้

- (1) ข้อ 2 ปรับภาษาจาก “ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้การทำงานสะดวก ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย” มาเป็น “ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้การทำงานสะดวก”

- (2) ข้อ 37 ปรับภาษาจาก“ข้าพเจ้าจะไม่เลือกรับเป็นสมาชิกหนังสือหรือวารสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์” มาเป็น “ข้าพเจ้าจะไม่ซื้อหนังสือหรือวารสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์”
- 7) นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินี จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมมาแล้ว
- 8) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) ซึ่งพบว่าแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.93 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.76 จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการคัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ คือ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 -0.76 และค่าความเที่ยง 0.93 ข้อคำถามที่คัดเลือกไว้มีจำนวน 30 ข้อ
- 9) นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะนำไปใช้จริงต่อไป

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หาคุณภาพแล้วประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ เป็นข้อความเชิงนิมิต 15 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ 15 ข้อ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนข้อในแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำแนกตามระดับข้อความเชิงนิมิตและข้อความเชิงนิเสธของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อความเชิงนิมิตของเจตคติ		ข้อความเชิงนิเสธของเจตคติ	
ข้อความที่	จำนวนข้อ	ข้อความที่	จำนวนข้อ
1, 2, 3, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16 21, 22, 26, 27, 28	15	4, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 29, 30	15

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 2 แบบ ได้แก่ (1) แผนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์สำหรับกลุ่มทดลอง และ (2) แผนการเรียน

การสอนแบบทั่วไปสำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบครอบคลุมเนื้อหาสาระ จำนวนแผนและจำนวนคาบเรียนที่เท่ากัน โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- 1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์
- 2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์
- 3) กำหนดเนื้อหา จำนวนคาบเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน รวมถึงกิจกรรมอย่างคร่าวๆ เพื่อจัดทำแผนระยะยาวสำหรับการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

ตารางที่ 7 หน่วยการเรียนรู้ สาระ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	สาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
หน่วยการเรียนรู้	องค์ประกอบของระบบนิเวศ	2
“สิ่งมีชีวิตกับ	ประเภทของระบบนิเวศ	2
สิ่งแวดล้อม”	ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ	2
	การถ่ายทอดพลังงาน	2
	วัฏจักรสารในระบบนิเวศ	2
	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต	2
	ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ	2
	ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	4
	รวม	18

- 4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ซึ่งรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองแบบ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

การสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์	การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ การนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจ เพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียน	1. ขั้นนำ คือ การกระตุ้นความสนใจ และทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา มีการออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และการทดสอบสมมติฐาน	2. ขั้นกิจกรรม คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ได้แก่ การสืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ หรือทดลอง
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (Explanation Using Concept Mapping) คือ การวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปผล มีการจัดผังมโนทัศน์ เพื่อแสดงการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้น	3. ขั้นสรุป คือ การสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญในบทเรียน
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่	
5. ขั้นการประเมิน (Evaluation) คือ การประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียนตามสภาพจริง	

5) จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องของสาระที่สอน ตลอดจนภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วจึงผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยการสอนตามแผนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับกลุ่มทดลอง และการเรียนการสอนแบบทั่วไปกับกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

การเตรียมนักเรียนสำหรับกลุ่มทดลอง โดยการแนะนำวิชาเรียน ที่แจ่มจุดประสงค์การเรียนการสอน และแนะนำวิธีการเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ให้นักเรียนเข้าใจในประเด็น ต่อไปนี้

- (1) ลักษณะของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์
- (2) การจัดผังมโนทัศน์
- (3) บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

การเตรียมตัวนักเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม โดยการแนะนำวิชาเรียน ที่แจ่มจุดประสงค์การเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนทดลองด้วยการวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนตามแผนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการเรียนการสอนแบบทั่วไปกับกลุ่ม

ควบคุม โดยใช้เวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 18 คาบ คาบละ 50 นาที

4.3 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เวลา 30 นาที และวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง โดยใช้เวลา 20 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 2) เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป SPSS ค่าสถิติที่ใช้ได้แก่

- 5.1 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) เพื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มทดลอง และเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กำหนดช่วงคะแนนร้อยละและระดับคุณภาพของผู้เรียน ดังนี้

ช่วงคะแนน	ความหมาย
80-100	ดีเยี่ยม
70-79	ดี
60-69	พอใช้
50-59	ผ่าน
0-49	ไม่ผ่าน

- 5.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

- 5.3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

- 5.4 วิเคราะห์คะแนนพัฒนาเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์การจากคะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนพัฒนาการ หมายถึง คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอน และการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (observed difference score method) หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียน (นางลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

- 5.5 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
- 5.6 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย โดยมีรายละเอียดแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ที่สร้างขึ้น โดยจัดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เฉพาะหลังทดลอง จากนั้นนำมาหาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองของกลุ่มทดลอง ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มทดลอง

ค่าสถิติ	\bar{X}	SD	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$
กลุ่มตัวอย่าง			
กลุ่มทดลอง	21.23	2.70	70.76

ตารางที่ 9 แสดงว่า หลังทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 70.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70

1.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์หลังทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	\bar{X}	SD	t-test
กลุ่มตัวอย่าง			
กลุ่มทดลอง	21.23	2.70	3.89*
กลุ่มควบคุม	18.65	2.51	

*p < .05

ตารางที่ 10 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 21.23 และ 18.65 คะแนนตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์

สำหรับคะแนนเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ คะแนนอยู่ระหว่าง 30 ถึง 150 คะแนน และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง จากนั้นนำมาหาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	\bar{X}	S.D.	t-test
กลุ่มตัวอย่าง			
กลุ่มทดลอง	101.19	5.17	3.89*
กลุ่มควบคุม	95.26	7.56	

*p < .05

ตารางที่ 11 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 101.19 และ 95.26 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า ก่อนทดลองกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนทดลองกับหลังทดลอง ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนทดลองกับหลังทดลอง

ค่าสถิติ	\bar{X}	SD	t-test
คะแนนเฉลี่ยเจตคติฯ			
ก่อนทดลอง	101.19	5.17	8.10*
หลังทดลอง	112.52	11.79	

*p < .05

ตารางที่ 12 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 101.19 และ 112.52 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 11 พบว่าก่อนทดลองคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นั่นคือกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจึงใช้การเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนพัฒนาการเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	\bar{X} ก่อนทดลอง	\bar{X} หลังทดลอง	\bar{D}	S.D.	t-test
กลุ่มตัวอย่าง					
กลุ่มทดลอง	101.19	112.51	11.32	7.77	2.83*
กลุ่มควบคุม	95.26	101.96	6.70	4.62	

*p < .05

ตารางที่ 13 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 11.32 และ 6.70 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพัฒนาการ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป (3) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ (4) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (2) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ระยะเวลาในการทดลอง 18 สัปดาห์ รวม 36 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้คือ (1) การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม (2) การวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม และ (3) การวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์หลังการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 70.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้อัตราสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้อัตราสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้อัตราสูง การนำเสนอผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 2) ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อเจตคติต่อการเรียนรู้อัตราสูง

1. ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 70.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Odom และ Kelly (2001) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการแบบบูรณาการการจัดผังมโนทัศน์กับวงจรการเรียนรู้ และการจัดผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบอธิบาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Qarareh (2010) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้แผนผังมโนทัศน์มีคะแนน

เฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

จัดผังมโนทัศน์เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจกับมโนทัศน์ที่เรียน เนื่องจากนักเรียนต้องเข้าใจความหมายของมโนทัศน์และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างชัดเจนจึงสามารถจัดผังมโนทัศน์ได้ (Baroody และ Batels, 2000: 600-608) ดังที่ Plotnick (1997: 4-5) กล่าวโดยสรุปว่า แผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นอย่างดี และนักเรียนสามารถใช้แผนผังมโนทัศน์สำหรับทบทวนความรู้มีผลทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องจากแผนผังมโนทัศน์แสดงถึงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด ดังนั้น การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์จึงเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2. ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4 สอดคล้องกับวิจัยของวิภา เกียรติธนาบำรุง (2538) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Karkuyu (2010) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบการจัดแผนผังมโนทัศน์มีแนวโน้มของเจตคติเชิงบวกมากขึ้นกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน และครูผู้สอน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น เมื่อเกิดความเข้าใจจึงเกิดการยอมรับในความคิดเห็นของผู้อื่น (Bybee et al., 2006a) นอกจากนี้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน (Novak และ Gowin, 1984: 36-37) ส่งผลอย่างต่อเนื่องในการพัฒนา

เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 191) นำเสนอไว้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย บุคคลเมื่อเปลี่ยนเจตคติก็จะเปลี่ยนด้านการกระทำด้วย ซึ่งมีผลต่อส่วนรวมและสังคม

ข้อเสนอแนะ

จากการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอนโดยต้องคำนึงถึงจำนวนมโนทัศน์ในบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อค้นพบประการหนึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ คือ ความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิ่งฟ้า สีนธวัช. (2527). **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1-7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2541). **วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย**. กรุงเทพมหานคร: ดีไซน์.
- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2554). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559)**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=395> [9 พฤษภาคม 2556]
- จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2537). ความคิดรวบยอดเรื่องที่ครูควรอ่าน, **ศิลปกรรมศาสตร์**. 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม), 19–22.
- จำนง พรายแยมแซ. (2536). **เทคนิคและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. สถาบัน. (2552). **สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับนานาชาติและปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอแนะแนวทางการยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่าน**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www3.ipst.ac.th/files/AnnualReport_2552.pdf [2 มิถุนายน 2555]
- ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. สถาบัน. (2554). **ผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.niets.or.th/index.php/downloads/view/6 [2 มิถุนายน 2555]
- ทิสนา เขมมณี. (2545). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2536). **แนวทางการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้: การให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง**. **สาระการศึกษา**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระวุฒิ เอกะกุล. (2550). **การวัดเจตคติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. อุบลราชธานี: วิทยาออฟเซตการพิมพ์.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). **โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ทำปกเจริญผล.
- บรรจง สิทธิ. (2536). ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประจวบจิตร คำจตุรัส. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-12. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประสาท อิศรภักดี. (2523). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์กราฟิควอร์ค.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2534). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ผุสดี ตามไท. (2531). โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23 (18): 1.
- พรอณี ชูชัย. (2538). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เจริญกิจ.
- พรอณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์ การพิมพ์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พันธ์ทอง ชูมม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสโตร์
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เข้าส์ออฟเคอร์มีส์ท์.
- พิทักษ์ นิลนพคุณ. (2539). ยุทธศาสตร์การเรียนรู้, คู่มือพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานจาก การศึกษา. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2547). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- มนัส บุญประกอบ. (2533). ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา: แผนภูมิโมโนทัศน์, **วารสารสสวท**. 69 (มกราคม-มีนาคม 2533), 26–29.
- มาลินี จุฑะรพ. (2537). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: ทิพย์วิสุทธิ.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2549). **การวัดผลและการสร้างแบบผลสัมฤทธิ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รุ่งนภา ทศภานนท์. (2544). **ผลของการใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2552). **สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ.2542-2551)**. กรุงเทพมหานคร: วี. ที. ซี. คอมมิวนิเคชั่น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). **CONSTRUCTIVISM**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2532). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ, **วารสารวิจัยทางการศึกษา**. 19 (กรกฎาคม – กันยายน), 18–32.
- วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2552). **เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผล การเรียนรู้**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.curriculum51.net> [29 เมษายน 2556]

- วิภา เกียรติธนบำรุง. (2538). **ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิยะดา ระวังสุข. (2545). **การประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). **จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน**. กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). **เจตคติ**. กรุงเทพมหานคร: ดี. ดี. บุ๊คส์ไตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 6, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. (2543). **ผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545: คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). **คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2548). **เอกสารประกอบการเผยแพร่ขยายผล และอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) 5Es**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2548). **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน (2551). **บทสรุปโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ พ.ศ.2550**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน (2551). **รายงานการประเมินผลการเรียนนานาชาติ PISA 2006 ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวธน์ไพบุลย์. (2534). **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุจินต์ วิศวรรีรานนท์. (2538). **ระบบการเรียนการสอน**. นนทบุรี: สำนักพิมพ์สุขุขทัยธรรมมาธิราช.
- สุชา จันทร์อม. (2539). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: แพรวพิทยา.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2550). **บทสรุปเพื่อการบริหาร: การรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ของนักเรียนวัย 15 ปี**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุรางค์ ใคว์ตระกูล. (2553). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). **สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา**. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). **ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์.
- อังคณา สายยศ. (2540). **การศึกษาเจตคติที่มีต่ออาชีพครู**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อำพร ไตรภักทร. (2543). **Critical Thinking คืออะไรทำไมต้อง Critical Thinking**, ใน **คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์**, หน้า 1-10. ขอนแก่นการพิมพ์

ภาษาอังกฤษ

- Ali, M. S., and Awan, A. S. (2013). **Attitude Towards Science and its Relationship with Student's Achievement in Science**. [Online]. Available from: <http://journal-archives28.webs.com/707-718.pdf> [2013, May 1]
- Astin, L. B., and Shore, B. M. (1995). Using concept mapping for assessment in physics. **Physics Education**, 30, 41-45.
- Atkin, J. M., and Karplus, R. (1962). Discovery or invention? **The Science Teacher**, 29(5), 45-51.

- Ault, C. R. (1985). Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science, *Journal of College Science Teaching*, 91 (October 1985), 38–44.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal materials. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267-272.
- Ausubel, D. P. (1962). A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. *The Journal of Genral Psychology*, 66, 213-244.
- Ausubel, D. P. (1963a). Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of Teacher Education*, 14, 217-222.
- Ausubel, D. P. (1963b). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune& Stratton.
- Ausubel, D. P., and Robinson, F. G. (1969). *School Learning an Introduction to Educational Psychology*. United States of America: Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P. (2007). *Coconstructivism*. [online]. Available from: <http://goconstructivism.blogspot.com/2007/02/david-p-ausubel.html> [2011, July 5]
- Baroody, A.J., and Bartels, B. H. (2000). Using concept maps to link mathematical ideas. *Mathematics Teaching in the Middle School*, V5(9), 604-609. [Online]. Available from: http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICEExtSearch_SearchValue_0=EJ607109&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ607109 [2011, July 5]
- Bolte, L. A. (1998). Using Concept Maps and Interpretive Essays for Assessment in Mathematics. *Journal School School Science & Mathematics*. [Online]. Available from: <http://ehostvgw7.epnet.com/ehost.asp> [2011, July 5]
- Burry – Stock, J. A. (1995). *Esteem Concept Mapping Rubric, The Esteem Instruments*. Iova University. (Mimeographed)
- Bybee, R. W., et al.(2006a). *The BSCS 5E Instructional Model:Origins and Effectiveness*. [Online]. Available from: [http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf) [2012, May 12]

- Bybee, R. W., et al. (2006b). **The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications**. [Online]. Available from: <http://sisltportfolio.missouri.edu/ssg392/bscs5eexecsummary.pdf> [2012, May 12]
- Bybee, R. W. (2006). **The BSCS 5E instructional Model: Effectiveness, and Application**. [Online]. Available from: <http://www.bscs.org/pdf/bscs5eexecsummary.Pdf> [2012, May 10]
- Cakiroglu, J. (2006). The Effect of Learning Cycle Approach on Students' Achievement in Science. **Eurasian Journal of Educational Research**, 22, pp, 61-73. [Online]. Available from: <https://vpn.chula.ac.th/+CSCO+d0756767633A2F2F6A726F2E726F667062756266672E70627A++/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=988550d3-9b8a-48ef-bc17-ec71b5990b11%40sessionmgr110&hid=124> [2012, May 10]
- Cardak, O., Dikmenli, M., and Saritas, O. (2008). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, Volume 9, Issue 2, Article 10, p.1 (Dec., 2008) [Online]. Available from: <https://vpn.chula.ac.th/+CSCO+d0756767633A2F2F6A726F2E726F667062756266672E70627A++/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=988550d3-9b8a-48ef-bc17ec71b5990b11%40sessionmgr110&hid=124> [2012, May 10]
- Carin, A. A., and Sund, R. B. (1971). **Developing Questioning Techniques: A Selfconcept Approach**. Ohio: Bell & Howell.
- Chei-Chang, C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. **Innovations in Education and Teaching International**, Vol. 45, No. 4, November 2008, 375–387. [Online]. Available from: <https://vpn.chula.ac.th/+CSCO+dh756767633A2F2F706261677261672E726F667062756266672E70627A++/pdf9/pdf/2008/HZJ/01Nov08/34716538.pdf?T=P&P=AN&K=34716538&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMMvI7ESep684y9fwOLCmr0ueprdSs624TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOHe84Tf4vOGuePfgex44rh> [2012, May 10]

- Clark, L.H. (1973). **Teaching Social Studies in a Handbook Secondary School**. New York: Macmillan Publishing.
- Clibron, J. W. (1987). Helping Students Understand Physiologic Interaction: A Concept Mapping Activity, **The American Biology Teacher**. 49 (October 1987), 426–427.
- Cravalho, P. F. (2010). Learning Statistics using Concept Maps: Effects on Anxiety and Performance. Master's Theses. Paper 3806. San José State University. [Online]. Available from: http://scholarworks.sjsu.edu/etd_theses/3806 [2011, July 5]
- Daniel, K. J. (2005). **Advance organizers: Activating and Building Schema for more Successful learning in students with disabilities**. [online]. .Available from: <http://www.lynchburg.edu/Documents/GraduateStudies/Lynchburg%20College%20Journal%20of%20Special%20Education/Volume%2014%20PDF%20Articles/Daniel%20K%20-%20Advance%20Organizers%20-%20Activating%20and%20Building%20Schema%20for%20more%20Successful%20learning%20in%20students%20with%20disabilities.pdf> [2011, July 5]
- Dansereau, D. F., and Holley, C. D. (1982). Development and evaluation of a text mapping strategy. In A. Flammer & W. Kintsch (Eds.), **Discourse processing**, pp.536-554. Amsterdam: North Holland.
- De Cecco, J. P. (1974). **The Psychology of Learning and Instruction :Educationa l Psychology**. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.
- Driver, R., and Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development In science. **Studies in Science Education**, 13, 105-122
- Fay, C.L., and Joo, D. A.T. (2004). Using Concept Mapping in Primary Science. in Y. K. Chin.; G. N. Khong.; T. K. Aum.; and B. H. Kin (eds.), **Teaching Primary Science**, pp. 155-162. Singapore: Prentice-Hall.
- Feden, P.D., and Vogel, R. M. (2003). **Methods of Teaching: Applying Cognitive Science to Promote Student Learning**. New York: McGraw-Hill.
- Fellows, J. (1994). The Use of Concept Mapping Strategy to Facilitate Meaningful Learning for Nine Grade Student in Science, **Journal of Research in Science Teaching**. 31 (November 1994), 985–1001.

- Feldman, R. S. (1987). **Understanding Psychology**. New York: McGraw – Hill.
- Freeman, J.L., Carlsmith, J. M., and Sears, D. O. (1970). **Social Psychology**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, 34(4), 343-357.
- Good, C.V. (1973). **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill.
- Haladyna, I., and Shaughnessy, J. 1982. Attitude toward science: A quantitative synthesis, **Science education**, 66: 547-563.
- Hassan, O.E., and Billeh, V.Y. (1975). Relationships between teaches chance in attitudes toward science and some professional variables. **Journal of Research in Science Teaching**, 12(3): 247-253.
- Heinze-Fry,J., and Novak, J. D. (1990). Concept Mapping Brings Long – Term Movement toward Meaningful Learning, **Science Education**. 74 (may 1990), 461-472.
- Hergenhahn, B.R. (1994). **An Introduction to Theories of Personalit**. Englewood Cliffs: Prentice- Hall.
- Herl, H. E., O'Neil, H. F., Chung, G. K. W. K., and Schacter, J. (1999). Reliability and validity of a computer-based knowledge mapping system to measure content understanding. **Computers in Human Behavior**, 15, 315-333.
- Hoover, W. A. (1996). **The practice implications of constructivism**. [Online]. Available from: <http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html> [2012, May 10]
- Ivie, S.D. (1998). **Ausubel's Learning Theory: An Approach To Teaching Higher Order Thinking Skills**. [Online]. Available from: http://imet.csus.edu/imet9/281/docs/ivie_1998.pdf [2012, May 10]
- Jacobson, D., Eggen, P., and Kauchak, D. (1989). **Methods for Teaching A Skill Approach**. 3rd ed. Ohio: Merrill Publishing Company.

- Jia, Q. (2010). A Brief Study on the Implication of Constructivism Teaching Theory on Classroom Teaching Reform in Basic Education. **International Education Studies**, 3, 2: 197-199.
- Joyce, B. and Weil, M. (2011). **Models of Teaching**. Boston, Pearson Education.
- Karakuyu, Y. (2010). The effect of concept mapping on attitude and achievement in a physics course. **International Journal of the Physical Sciences**. Vol. 5(6), 724-737, June 2010. [Online]. Available from: [http://www.academicjournals.org/ijps/pdf/pdf2010/Jun/Kar a kuyu.pdf](http://www.academicjournals.org/ijps/pdf/pdf2010/Jun/Kar%20a%20kuyu.pdf) [2012, January 10]
- Kaynar, D., Tekkaya, C., Cakiroglu, J. (2009). **Effectiveness of 5E Learning Cycle in Struction on Student's Achievement in Cell Concept and Scientific Epistemological Beliefs**. [online]. Available from: <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/200937DEVR%C4%B0M%20KAYNAR.pdf> [2012, January 19]
- Kinchin, I. M. (2000). Using concept maps to reveal understanding: A two-tier analysis. **School Science Review**, 81(296), 41-46.
- Langenbach, Micheal et al., (1994). **An introduction to Educational Research**. The United States of America: A Division of Simon & Schuster.
- Lefton, L. A. (1997). **Psychology**. 6th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Llewellyn, D. (2005). **Teaching high school science through inquiry**. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Lomask, M., Baron, J. B., Greig, J., and Harrison, C. (1992). **ConnMap: Connecticut's use of concept mapping to assess the structure of students' knowledge of science**. Paper presented to the National Association of Research in Science Teaching, Cambridge, M. A.
- Martin,R. E., Wood, G. H., and Stevens, E. (1988). **An Introduction of Teaching. A Question of Commitment**. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Mason,C.L.(1992). Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction, **Science Education**.76 (January 1992), 51-57.

- Matthews, W. J. (2003). **Constructivism in the Classroom: Epistemology, History, and Empirical Evidence**. [Online]. Available from: <http://theory1.net/download.php?id=2098> [2012, May 15]
- Mayor, F. (2000). **Science and Technology Education Philosophy of Project 2000⁺**. [Online]. Available from: http://www.unesco.org/education/educprog/ste/projects/2000/index_2000.htm [2012, May 10]
- McClure, J. R., Sonak, B., and Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. **Journal of Research in Science Teaching**, 36, 475-492.
- McGuire, W. J. (1968). Personality and attitude change: An information processing theory. In A. G. Greenwald, T. C. Brock, and T. M. Ostrom (eds.), **Psychological foundations of attitudes** (pp. 171-196). San Diego, CA: Academic. [Online]. Available from: <http://uts.cc.utexas.edu/~tecas/syllabi2/adv382jfall2002/readings/McGuire.pdf> [2012, May 10]
- McMillan, J. H., and Schumacher, S. (1997). **Research in Education**. The United States of America: Addison – Wesley Educational Publishers.
- Nanda, V. K. (1998). **Modern Techniques of Teaching**. New Delhi: Anmol.
- Novak, J. D. (1977). **A Theory of Education**. New York: Cornell University Press.
- Novak, J. D. (1990). Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education, **Journal of Research in Science Teaching**. 27 (May 1990), 937-949.
- Novak, J. D., and Cañas, A. J. (2008). **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them**. [Online]. Available from: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> [2011, May 5]
- Novak, J. D., and Gowin, D. B. (1984). **Learning How to Learn**. London: Cambridge University.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., and Jonhansen, G. T. (1983). The Use of Concept Mapping and Knowledge Mapping with Junior High School Science Students, **Science Education**. 5 (May 1983), 625-245.
- Novak, J. D., and Tyler, R. (1977). **A Theory of Education**. New York, Cornell University.

- Odom, A. L., and Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education*, 85 (6), 615-635.
- Pabuccu, A. (2008). **Improving 11th Grade Students' Understanding of Acid-Base Concepts by Using 5E Learning Cycle Model**. [Online]. Available from: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/3/12609912/index.pdf> [2012, January 19]
- Pearsall, N. R., Skipper, J. J., and Mintzes, J. J. (1997). Knowledge Restructuring in the Life Science: A Longitudinal Study of Conceptual Change in Biology, *Science Education*. 81 (May 1997), 193- 215.
- Plotnick, E. (1997). **Concept Mapping: A Graphical System for Understanding the Relationship between Concept**. [Online]. Available from: <http://car.chula.ac.th> [2011, May 5]
- Power, C. (1999). **Science Education in Schools**. [online]. Available from: http://www.Unesco.org/science/wcs/abstracts/l_7_education.htm [2012, January 10]
- Qarareh, A. O. (2010). **The Effect of Using Concept Mapping in Teaching on the Achievement of Fifth Graders in Science**. [Online]. Available from: <http://www.krepublishers.com/02-Journals/S-HCS/HCS-04-0-000-10-Web/HCS-04-3-000-2010-Abst-PDF/HCS-04-3-155-10-127-Qarareh-A-O/HCS-4-3-155-10-127-Qarareh-A-O-Tt.pdf> [2012, January 10]
- Renner, J. W., and Stafford, D.G. (1972). **Teaching Science in the Secondary School**. New York: Harper & Row Publishers.
- Robbin, S. P. (1993). **Organizational Behavior**. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: A Simon of Schuster.
- Ruiz-Primo, M. A., and Shavelson, R. J. (1996). **Concept-map based assessment: onpossible sources of sampling variability**. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York.
- Rye, J. A., and Rubba, P. A. (2002). Scoring concept maps: An expert map-based scheme weighted for relationships. *School Science and Mathematics*, 102(1), 33-44.

- Santrock, J. W. (2009). **Educational psychology**. United States of America: McGraw-Hill.
- SASMAZÖREN, F., and TEZCAN, R. (2009). **The Effectiveness of the Learning Cycle Approach on Learners' Attitude toward Science in Seventh Grade Science Classes of Elementary School**. [Online]. Available from: http://ilkogretimonline.org.tr/vol8say1/v8s1_m9.pdf [2012, May 10]
- Schiver, S. W. (1991). **A Comprehensive Approach to Teaching Thinking**. Boston: Allyn & Bacon.
- Shaw, M. E., and Wright, J. M. (1967). **Attitude and Attitude Change**. New York: John Wiley and Sons.
- Tisher, R.P., Power, C.N. and Edean, L. (1972). **Fundamental Issue in Science Education**. Sydney: John Wiley & Sons.
- Thompson, T. L. (2004). **The Learning Theories of David P. Ausubel: The Importance of Meaningful and Reception Learning**. [Online]. Available from: <http://ww2.coastal.edu/dsmith/edet720/ausubelref.htm> [2012, January 10]
- UNESCO. (2000). **Scientific and Technological Literacy for All**. [Online]. Available from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001200/120041Eo.pdf> [2012, May 12]
- Wallerstein, H. (1971). **A Dictionary of Psychology**. Maryland: Penguin Book.
- Weibell, C. J. (2011). **Principles of learning: A conceptual framework for domain-specific theories of learning**. [Online]. Available from: <http://principlesoflearning.wordpress.com> [2012, January 10]
- Witt, C., and Ulmer, J. (2010). **The Impact of Inquiry-Based Learning on the Academic Achievement of Middle School Students**. [Online]. Available from: http://www.academia.edu/724764/The_Impact_of_Inquiry-Based_Learning_on_the_Academic_Achievement_of_Middle_School_Students [2012, May 10]
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., and Shavelson, R. J. (2004). **A Comparison of Two Construct-a-Concept-Map Science Assessments: Created Linking Phrases and Selected Linking Phrases**. National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST): Stanford University.

SASMAZ ÖREN, F., and TEZCAN, R. (2009). **The Effectiveness of the Learning Cycle Approach on Learners' Attitude toward Science in Seventh Grade Science Classes of Elementary School.** [Online]. Available from: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol8say1/v8s1m9.pdf>[2012, May 10]

Zimmaro, D.M., and Cawley, J.M. (1998). **Concept map module.** Schreyer Institute for Innovation in Learning, The Pennsylvania State University. [Online]. Available from: <http://www.ttuhs.edu/SOM/success/DHPS/Concept%20Map%20Module.htm> [2012, January 10]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข | อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์ | อาจารย์โรงเรียนราชินีบน |
| 3. อาจารย์วิภา เกียรติธนะบำรุง | อาจารย์โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข | อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์ | อาจารย์โรงเรียนราชินีบน |
| 3. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร | อาจารย์โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข | อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์ | อาจารย์โรงเรียนราชินีบน |
| 3. อาจารย์วิภา เกียรติธนะบำรุง | อาจารย์โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 4. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร | อาจารย์โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

- แบบทดสอบนี้มีจำนวน 6 หน้า จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ
คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 30 นาที
- ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย **x** ลงในช่อง ที่ตรงกับอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ
- ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้นักเรียนลบให้สะอาดหรือขีดฆ่าคำตอบที่เลือกครั้งแรก โดยปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	x		x	
00				

- ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรืออักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
- ให้นักเรียนส่งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาตามที่กำหนด

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

1. ระบบนิเวศในบริเวณต่อไปนี้ที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากที่สุด
- ก. เขตทุนดราซึ่งมีน้ำแข็งปกคลุม
 - ข. ป่าฝนเขตร้อนในแถบศูนย์สูตร
 - ค. พุ่มหญ้าสะวันนาในทวีปแอฟริกา
 - ง. พุ่มหญ้าเขตอบอุ่นในทวีปออสเตรเลีย

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข. ป่าฝนเขตร้อนในแถบศูนย์สูตร

ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้

2. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ
- ก. การหายใจของสิ่งมีชีวิต
 - ข. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
 - ค. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - ง. การนำเปื่อยผุพังของซากสิ่งมีชีวิต

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ

3. จากโซ่อาหารต่อไปนี้ ต้นหญ้า → กระจง → คน → เสือ
- ถ้าเนื้อเยื่อของต้นหญ้าที่มีพลังงานสะสมมีอยู่ 250 กิโลแคลอรี เสือจะได้รับการถ่ายทอดพลังงานในครั้งนี้อย่างไร
- ก. 250 กิโลแคลอรี
 - ข. 125 กิโลแคลอรี
 - ค. 2.5 กิโลแคลอรี
 - ง. 0.25 กิโลแคลอรี

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. 2.5 กิโลแคลอรี

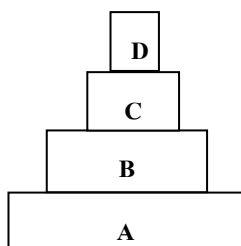
ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การนำไปใช้

4. วิฤติการณ์เกี่ยวกับการขาดแคลนทรัพยากรน้ำจืดของโลกในปัจจุบัน เกิดจากสาเหตุสำคัญข้อใด
- ภาวะโลกร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น
 - การขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มอย่างรวดเร็ว
 - น้ำดิบที่ใช้ทำประปามีปัญหาด้านคุณภาพ
 - ขาดระบบการเก็บรักษาให้มีไว้ใช้ตลอดปี

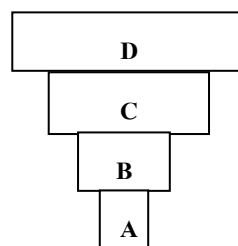
คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง. ขาดระบบการเก็บรักษาให้มีไว้ใช้ตลอดปี

ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์

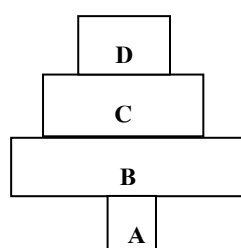
5. ในระบบนิเวศสวนมะนาว (A) พบสิ่งมีชีวิต 3 ชนิด ได้แก่ ตั๊กแตนตำข้าว (B) นก (C) และงู (D) ข้อใดแสดงพีระมิดจำนวนและพีระมิดปริมาณพลังงานของระบบนิเวศสวนมะนาวตามลำดับได้ถูกต้อง



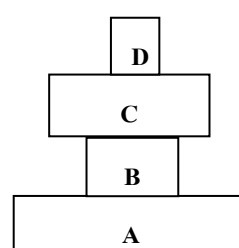
รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4

ก. รูปที่ 1 และ 2

ข. รูปที่ 3 และ 4

ค. รูปที่ 3 และ 1

ง. รูปที่ 2 และ 4

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. รูปที่ 3 และ 1

ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การสังเคราะห์

6. การใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วเป็นน้ำสำหรับรดต้นไม้ เปรียบได้กับการกระทำในข้อใด
- ก. การปลูกผักบนพื้นที่ว่างเปล่า
 - ข. การย้อมเสื้อผ้าด้วยสีธรรมชาติ
 - ค. การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์คอมแพค
 - ง. การใช้ถุงที่เคยบรรจุสิ่งของมาทำเป็นถุงขยะ

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง. การใช้ถุงที่เคยบรรจุสิ่งของมาทำเป็นถุงขยะ
ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การประเมินค่า

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามวัดความรู้สึกนึกคิด และลักษณะนิสัยของนักเรียนในเรื่องต่างๆ ไปเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 20 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ลงท้ายข้อความนั้นในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
3. ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามนี้ให้ตรงกับสภาพความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของนักเรียนให้มากที่สุด เพราะแบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบถูกหรือผิด แต่ละคนย่อมมีความคิดเห็น ความรู้สึก และแนวทางปฏิบัติที่ต่างกัน
4. การตอบแบบสอบถามนี้ไม่มีผลต่อการเรียนการสอนใดๆ ของโรงเรียน

ตัวอย่าง

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
0. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเรียนรู้					✓
00. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญน้อยมากในชีวิตประจำวัน				✓	
000. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน	✓				

ขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียน สนุก (ข้อความเชิงนิมิต)					
2. วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ น่าสนใจ เพราะมีการค้นคว้าทดลอง เพิ่มเติม (ข้อความเชิงนิมิต)					
3. ข้าพเจ้าเลือกชุมนุมที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (ข้อความเชิงนิมิต)					
4. ถ้าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเลือก ข้าพเจ้าจะไม่เลือกเรียนวิชานี้ (ข้อความเชิงนิเสธ)					
5. ข้าพเจ้าจะสนุกกับการเรียนมาก ขึ้นถ้าไม่มีการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์(ข้อความเชิงนิเสธ)					
6. ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เพราะมีความยากและ ซับซ้อน (ข้อความเชิงนิเสธ)					

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยง
แผนผังมโนทัศน์
2. ตัวอย่างแผนการเรียนการสอนแบบทั่วไป

แผนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

แผนที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัส ว32102 รายวิชา วิทยาศาสตร์ 4

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4-6/1 อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

ว8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ โดยตรวจ สอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและองค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. จำแนกสิ่งมีชีวิตตามบทบาทในระบบนิเวศ
3. วิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทในระบบนิเวศ
4. วิเคราะห์ความสำคัญขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตแต่ละประเภทในระบบนิเวศ
5. เขียนแผนผังมโนทัศน์แสดง องค์ประกอบของระบบนิเวศ
6. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

สาระ

ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัย ณ ที่ใดที่หนึ่ง ความสัมพันธ์มี 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองโดยมีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในบริเวณนั้นๆ สู่อสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ คือ องค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

1. องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic Component) หมายถึง สิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกันจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย

1.1 **ผู้ผลิต (Producer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เองตามธรรมชาติ (Autotroph) โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ได้แก่ ไฟโตแพลงก์ตอน (phytoplankton) พืชสีเขียวและสาหร่ายสีเขียว

1.2 **ผู้บริโภค (Consumer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (Heterotroph) ต้องบริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ได้แก่ สัตว์ทุกชนิด

- การแบ่งประเภทผู้บริโภคตามลำดับขั้นการบริโภค แบ่งได้ดังนี้

- 1) ผู้บริโภคลำดับที่ 1 หรือผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary consumer) ได้แก่ สัตว์กินพืชอาหาร
- 2) ผู้บริโภคลำดับที่ 2 หรือผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary consumer) ได้แก่ สัตว์ที่กินสัตว์กินพืช (ผู้บริโภคลำดับที่ 1)
- 3) ผู้บริโภคลำดับที่ 3 หรือผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary consumer) ได้แก่ สัตว์ที่กินสัตว์กินพืช (ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

ถ้ามีผู้บริโภคนำดับที่ 3 ก็จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 4 หรือผู้บริโภคจตุรภูมิ (Quaternary consumer) หากผู้บริโภคลำดับใดไม่ถูกกินต่อโดยสิ่งมีชีวิตอื่นจัดเป็นผู้บริโภคลำดับสูงสุด (Top consumer)

- นอกจากนี้ยังแบ่งประเภทผู้บริโภคตามอาหารที่บริโภค แบ่งได้ดังนี้

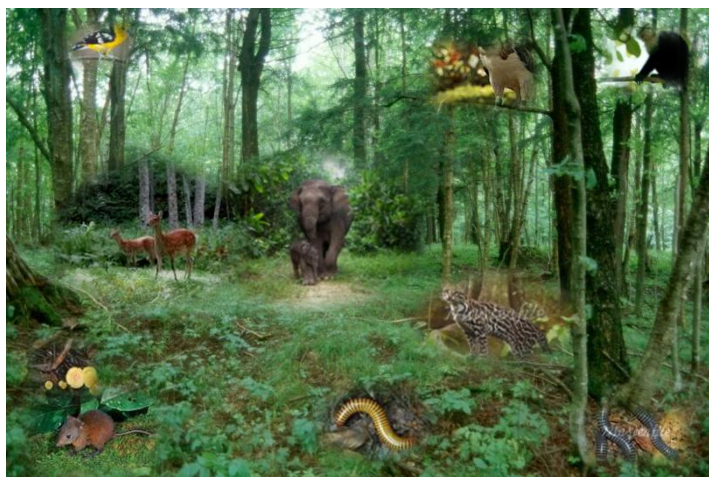
- 1) ผู้บริโภคพืช (Herbivore) คือ ผู้บริโภคลำดับที่ 1 ได้แก่ สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารเท่านั้น
- 2) ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) คือ ผู้บริโภคลำดับที่ 2 และ 3 ได้แก่ สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร
- 3) ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) คือ ผู้บริโภคลำดับที่ 1 2 และ 3 ได้แก่ สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น ไก่ คน

- 4) ผู้บริโภคซากพืชและซากสัตว์ (Scavenger) คือ พวกที่กินซากพืชและซากสัตว์ที่ตายแล้วเช่น นกแร้ง กิ้งกือ ปลวก ไล้เดือน มอด เป็นต้น
- 1.3 **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์หรือผู้ย่อยสลาย (Decomposer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ตายแล้ว โดยปล่อยน้ำย่อยออกมาแล้วดูดซึมสารที่ย่อยได้เข้าไปในร่างกาย เช่น เห็ด รา แบคทีเรีย จุลินทรีย์ต่างๆ
2. **องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Component)** หมายถึง สภาพแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตแต่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศและปัจจัยเกี่ยวกับดิน
- 1) สภาพภูมิอากาศ (climatic factors) เช่น อุณหภูมิ (temperature) ความชื้น (humidity) ปริมาณน้ำฝน (precipitation) เป็นต้น
 - 2) ปัจจัยเกี่ยวกับดิน (edaphic factors) เช่น ฮิวมัส (humus) หิน แร่ธาตุในดิน ค่าความเป็นกรด-เบส สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. ครูนำภาพระบบนิเวศจำลอง (ภาพป่าดิบชื้น) ให้นักเรียนดู



2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ใช้คำถาม ดังนี้
 - 2.1 สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในภาพมีอะไรบ้าง

2.2 สิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในภาพมีอะไรบ้าง

2.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในภาพอยู่ที่บริเวณใด และมีการดำเนินชีวิตอย่างไร

3. ครูถามนักเรียนว่าบริเวณต่างๆ ของโรงเรียน เช่น สนามหญ้า สวนสมุนไพร นักเรียนจะพบสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเหมือนกันหรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม ต่อไปนี้
 - บริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะพบสิ่งมีชีวิตเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 4-5 คน แต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารกิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศ (15 นาที) บันทึกผลลงในเอกสารกิจกรรม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกับอภิปราย ในประเด็นต่อไปนี้ (10 นาที)
 - 4.1 สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีอะไรบ้าง
 - 4.2 บริเวณที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร
 - 4.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดกินอะไรเป็นอาหาร
 - 4.4 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 4.5 สิ่งไม่มีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีอะไรบ้าง
 - 4.6 สิ่งไม่มีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจอย่างไร
 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการอภิปรายลงในเอกสารกิจกรรม
5. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลกิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศ กลุ่มละ 3 นาที (15 นาที)
6. ครูถามนักเรียนว่าบริเวณสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น แม่น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า ชายหาด นักเรียนจะพบสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต (สืบค้นนอกเวลาเรียน)
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง และร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับองค์ประกอบในระบบนิเวศ

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (45 นาที)

1. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล กลุ่มละ 3 นาที (10 นาที)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม ต่อไปนี้ (10 นาที)
 - 2.1 นักเรียนสามารถจำแนกองค์ประกอบภายในสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ ได้กี่ประเภท อะไรบ้าง (จำแนกได้ 2 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต)
 - 2.2 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 2.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีบทบาทเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ (พืชเป็นผู้ผลิต ส่วนสัตว์เป็นผู้บริโภค)
 - 2.4 สิ่งมีชีวิตแบ่งตามบทบาทได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง (แบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย)
 - 2.5 ถ้าแบ่งสิ่งมีชีวิตตามอาหารบริโภค จะแบ่งได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง (แบ่งได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ และผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์)
 - 2.6 สิ่งไม่มีชีวิตความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ (แสงแดด มีความสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก๊าซออกซิเจนในอากาศช่วยในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต)
 - 2.7 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่อาศัยหนึ่งๆ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น เรียกความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่าอะไร(ระบบนิเวศ)
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ ดังต่อไปนี้ (10 นาที)
 - 3.1 (เลือก) ระบุคำมโนทัศน์พร้อมความหมายลงในสมุด พร้อมทั้งนำเสนอคำมโนทัศน์บนกระดาน เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์
 - 3.2 (จัดลำดับ) จัดเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุมไปยังมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง
 - 3.3 (จัดกลุ่ม) นำมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน
 - 3.4 (จัดระบบ) นำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดลำดับความเกี่ยวข้อง
 - 3.5 (เชื่อมโยง) นำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันด้วยเส้นที่มีคำเชื่อม และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้บนเส้นเชื่อมโยงทุกเส้น
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น (10 นาที) พร้อมทั้งร่วมกันประเมินแผนผัง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ เพื่อนำส่งครูตามเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนดูภาพถ่ายสถานที่ต่างๆ ในประเทศไทย เช่น บึงบรเพชร อุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ ครูถามนักเรียนว่า สถานที่ดังกล่าว เป็นระบบนิเวศประเภทเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศในประเทศไทย กลุ่มละ 1 ระบบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอชื่อสถานที่ในประเทศไทย 1 แห่ง เช่น ทุ่งแสลงหลวง ป่าชายเลน ชายหาด อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว แนวปะการัง เป็นต้น โดยสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 ภาพระบบนิเวศที่เลือกพร้อมทั้งระบุตำแหน่งของระบบนิเวศ (สถานที่)
 - 2.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ
 - 2.3 สภาพภูมิประเทศ
 - 2.4 สภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด
 - 2.5 ลักษณะเด่นของระบบนิเวศ

บันทึกผลการศึกษาค้นคว้าส่งครูตามวันและเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. ประเมินการสำรวจกิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศ โดยใช้แบบประเมินบันทึกการสำรวจ
2. ประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยใช้แบบประเมินแผนผังมโนทัศน์
3. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกต

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
2. ภาพระบบนิเวศจำลอง

3. เอกสารกิจกรรมที่ 1 สํารวจระบบนิเวศ
4. เอกสารความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ
5. เครื่องฉายภาพที่บแสง

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินการสำรวจ กิจกรรมที่ 1 สํารวจระบบนิเวศ โดยใช้แบบประเมินบันทึกการสำรวจ
2. ประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยใช้แบบประเมินแผนผังมโนทัศน์
3. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกต

เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว32102 วิทยาศาสตร์ 4

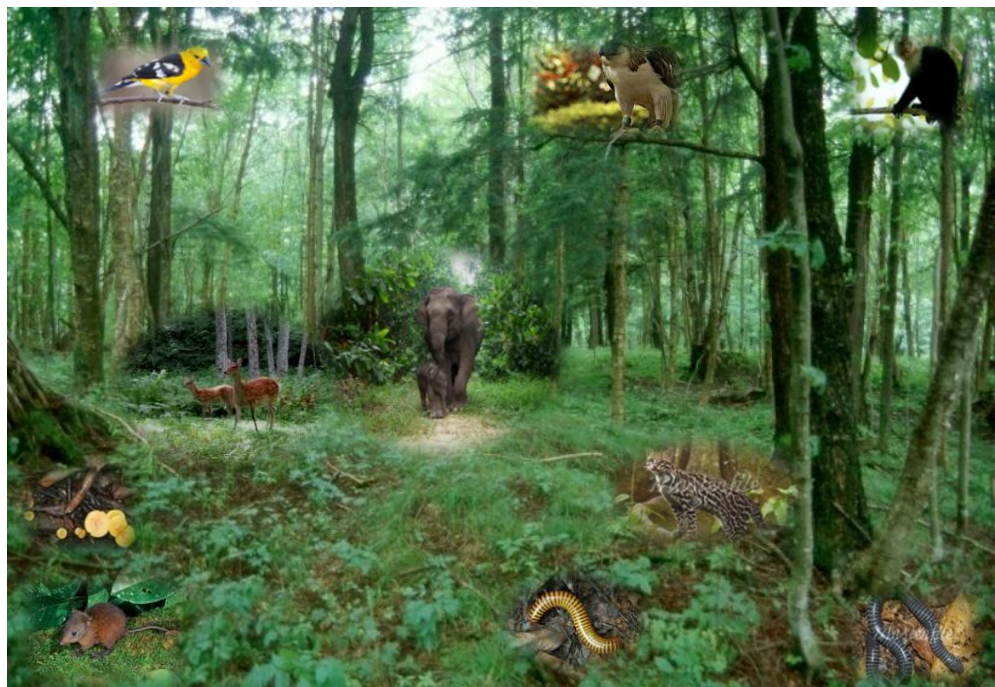
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัน/เดือน/ปี ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/... เลขที่

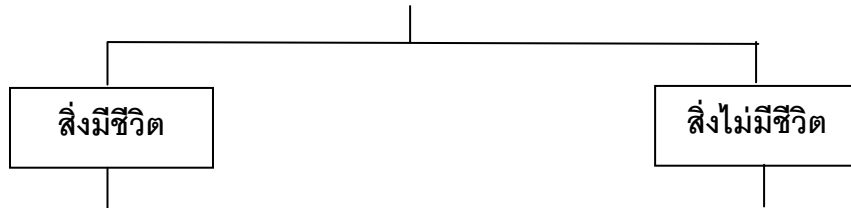
เอกสารระบบนิเวศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิตในที่อยู่อาศัยในบริเวณป่าในภาพนี้และบันทึก

คำตอบลงในเอกสาร



ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม



.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว32102 วิทยาศาสตร์ 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัน/เดือน/ปี ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/... เลขที่

กิจกรรมที่ 1 สสำรวจระบบนิเวศ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบริเวณใดบริเวณหนึ่ง เช่น สนามหญ้า สวนสมุนไพร ภายในบริเวณโรงเรียนราชินี พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

บันทึกข้อมูล

1. บริเวณที่ศึกษา
2. เวลาที่เริ่มทำการศึกษา ใช้เวลาทั้งสิ้น
3. สิ่งมีชีวิตที่พบ

สิ่งมีชีวิต	ลักษณะที่อยู่อาศัย	อาหาร

4. ลักษณะความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

.....

5. สิ่งไม่มีชีวิตที่พบ

สิ่งไม่มีชีวิต	ความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต

ลงชื่อผู้บันทึก

วัน/เดือน/ปี

แบบประเมินการสำรวจระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน / ระดับคุณภาพ			
	4 / ดีมาก	3 / ดี	2 / พอใช้	1 / ปรับปรุง
1. การเลือกใช้ อุปกรณ์/ เครื่องมือ ในการสำรวจ	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้อง เหมาะสม และ สอดคล้อง กับ วิธีการสำรวจ ทุกชั้น ตอน	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับ วิธีการสำรวจ เป็น ส่วนใหญ่	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องบาง ส่วนและสอดคล้องกับวิธีการสำรวจเป็นบาง ชั้นตอน	เลือกใช้อุปกรณ์ ไม่ถูกต้องและ ไม่สอดคล้อง กับวิธีการสำรวจ
2. การดำเนินการสำรวจ	สามารถดำเนินการสำรวจ ตามลำดับ ชั้นตอน ได้ใน เวลาที่กำหนด รวมทั้ง ใช้ เทคนิคหรือ วิธีการที่เหมาะสมทำ การสำรวจ	สามารถดำเนินการสำรวจตาม ลำดับชั้นตอน และนำเทคนิค หรือวิธีการมา ใช้ทำการสำรวจ แต่ต้องได้รับความช่วยเหลือ แนะนำจากครู เป็นบางครั้ง	การดำเนินการ ไม่เป็นไป ตามลำดับ ชั้นตอน ใช้เวลา มากและครูต้อง ให้ความ ช่วยเหลือ หรือ แนะนำบ่อยครั้ง	การดำเนินการ ผิดพลาด ใช้ เวลาเกินที่ กำหนดไว้ และ ครูต้องให้ความ ช่วยเหลือ หรือ แนะนำ ตลอดเวลา
3. การบันทึกผล การสำรวจตาม ข้อเท็จจริง	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง ทุกชั้นตอน มี รายละเอียด ครบถ้วน	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง แต่ขาดการ อธิบาย รายละเอียดบาง ชั้นตอน	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง เป็นบางส่วน และใส่ความคิด เห็นของตนเอง รวมทั้ง รายละเอียด บางส่วนขาด หายไป	บันทึกข้อมูลได้ น้อยมาก ขาด ความน่าเชื่อถือ

แบบประเมินการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน / ระดับคุณภาพ			
	4 / ดีมาก	3 / ดี	2 / พอใช้	1 / ปรับปรุง
11) มโนทัศน์ แสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่อง	ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญได้ถูกต้องครบถ้วน	ขาดมโนทัศน์ที่สำคัญ 1-2 มโนทัศน์	ขาดมโนทัศน์ที่สำคัญ 3-4 มโนทัศน์	ขาดมโนทัศน์ที่สำคัญมากกว่า 4 มโนทัศน์
2) ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของมโนทัศน์	เขียนเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ได้ถูกต้อง ระบุค่าเชื่อมบนเส้นเชื่อมโยงได้ถูกต้องเหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ได้ถูกต้อง ระบุค่าเชื่อมบนเส้นเชื่อมโยงไม่เหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ไม่ถูกต้องบางส่วน ระบุค่าเชื่อมบนเส้นเชื่อมโยงไม่เหมาะสม	เขียนเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ระบุค่าเชื่อมบนเส้นเชื่อมโยงไม่เหมาะสม
3) การสื่อสารผ่านแผนผังมโนทัศน์ รูปแบบโครงสร้างแผนผังเหมาะสม	รูปแบบโครงสร้างแผนผังเหมาะสม การจัดวางมโนทัศน์ในลำดับชั้นที่เหมาะสมทำให้เข้าใจง่าย	รูปแบบโครงสร้างแผนผังเหมาะสม การจัดวางมโนทัศน์เกือบทั้งหมดในลำดับชั้นที่เหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย	รูปแบบโครงสร้างแผนผังเหมาะสม การจัดวางมโนทัศน์ในลำดับชั้นไม่ค่อยเหมาะสม ทำให้เข้าใจยาก	รูปแบบโครงสร้างแผนผังไม่เหมาะสม การจัดวางมโนทัศน์ในลำดับชั้นไม่เหมาะสมทำให้เข้าใจยาก

แผนการเรียนการสอนแบบทั่วไป

แผนที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัส ว32102 รายวิชา วิทยาศาสตร์ 4

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4-6/1อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

ว8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ โดยตรวจ สอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว8.1 ม.4-6/12จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและองค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. จำแนกสิ่งมีชีวิตตามบทบาทในระบบนิเวศ
3. วิเคราะห์บทบาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทในระบบนิเวศ
4. วิเคราะห์ความสำคัญขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตแต่ละประเภทในระบบนิเวศ
5. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

สาระ

ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัย ณ ที่ใดที่หนึ่ง ความสัมพันธ์มี 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองโดยมีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในบริเวณนั้นๆ **สิ่งแวดล้อม**

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ คือ องค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

1. **องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic Component)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
 สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกันจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่
 ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย

1.1 **ผู้ผลิต (Producer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เองตามธรรมชาติ
 (Autotroph) โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ได้แก่
 ไฟโตแพลงก์ตอน (phytoplankton) พืชสีเขียวและสาหร่ายสีเขียว

1.2 **ผู้บริโภค (Consumer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
 (Heterotroph) ต้องบริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ได้แก่ สัตว์ทุกชนิด

- การแบ่งประเภทผู้บริโภคตามลำดับขั้นการบริโภค แบ่งได้ดังนี้

1) ผู้บริโภคลำดับที่ 1 หรือผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary consumer) ได้แก่
 สัตว์กินพืชอาหาร

2) ผู้บริโภคลำดับที่ 2 หรือผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary consumer)
 ได้แก่ สัตว์ที่กินสัตว์กินพืช (ผู้บริโภคลำดับที่ 1)

3) ผู้บริโภคลำดับที่ 3 หรือผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary consumer) ได้แก่
 สัตว์ที่กินสัตว์กินพืช (ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

ถ้ามีผู้บริโภคนำที่ 3 ก็จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 4 หรือ
 ผู้บริโภคจตุรภูมิ (Quaternary consumer) หากผู้บริโภคลำดับใดไม่ถูกกินต่อโดย
 สิ่งมีชีวิตอื่นจัดเป็นผู้บริโภคลำดับสูงสุด (Top consumer)

- นอกจากนี้ยังแบ่งประเภทผู้บริโภคตามอาหารที่บริโภค แบ่งได้ดังนี้

1) ผู้บริโภคพืช (Herbivore) คือ สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารเท่านั้น หรือ
 ผู้บริโภคลำดับที่ 1 เช่น วัว ควาย กระจ่าง ลิง เป็นต้น

2) ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) คือ สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร หรือผู้บริโภค
 ลำดับที่ 2 และ 3 ได้แก่ เสือ สิงโต หมาป่า งู เขี้ยว เป็นต้น

3) ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) คือ สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์
 เป็นอาหารหรือ ผู้บริโภคลำดับที่ 1 2 และ 3 เช่น ไก่ คน นก เป็นต้น

4) ผู้บริโภคซากพืชและซากสัตว์ (Scavenger) คือ พวกที่กินซากพืชและ
 ซากสัตว์ที่ตายแล้วเช่น นกแร้ง กิ้งกือ ปลวก ไส้เดือน มอด เป็นต้น

1.3 **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์หรือผู้ย่อยสลาย (Decomposer)** หมายถึง
 สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

ที่ตายแล้ว โดยปล่อยน้ำย่อยออกมาแล้วดูดซึมสารที่ย่อยได้เข้าไปในร่างกาย เช่น เห็ด รา แบคทีเรีย จุลินทรีย์ต่างๆ

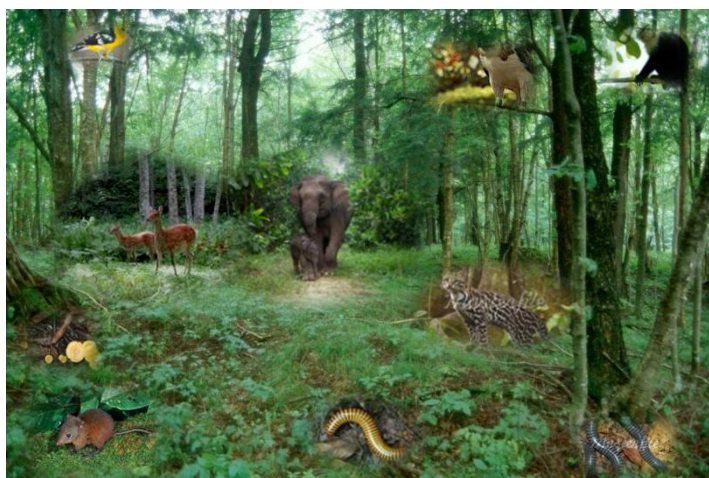
3. **องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต** (Abiotic Component) หมายถึง สภาพแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต แต่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศและปัจจัยเกี่ยวกับดิน

- 1) สภาพภูมิอากาศ (climatic factors) เช่น อุณหภูมิ (temperature) ความชื้น (humidity) ปริมาณน้ำฝน (precipitation) เป็นต้น
- 2) ปัจจัยเกี่ยวกับดิน (edaphic factors) เช่น ฮิวมัส (humus) หิน แร่ธาตุในดิน ค่าความเป็นกรด-เบส สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูนำภาพระบบนิเวศจำลอง (ภาพป่าดิบชื้น) ให้นักเรียนดู



2. ครูใช้คำถามเพื่อนำการอภิปราย ดังนี้
 - 2.1 สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในภาพมีอะไรบ้าง
 - 2.2 สิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในภาพมีอะไรบ้าง
 - 2.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในภาพอยู่ที่ไหน และมีการดำเนินชีวิตอย่างไร
3. ครูถามนักเรียนว่าบริเวณต่างๆ ของโรงเรียน เช่น สนามหญ้า สวนสมุนไพร นักเรียนจะพบสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเหมือนกันหรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม (80 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม ต่อไปนี้
 - บริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะพบสิ่งมีชีวิตเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 4-5 คน แต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารกิจกรรมที่ 1 สักรวาระบบนิเวศ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 สักรวาระบบนิเวศ (15 นาที) บันทึกผลลงในเอกสารกิจกรรม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกับอภิปราย ในประเด็นต่อไปนี้ (10 นาที)
 - 5.1 สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีอะไรบ้าง
 - 5.2 บริเวณที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร
 - 5.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดกินอะไรเป็นอาหาร
 - 5.4 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 5.5 สิ่งไม่มีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีอะไรบ้าง
 - 5.6 สิ่งไม่มีชีวิตแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจอย่างไร
 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการอภิปรายลงในเอกสารกิจกรรม
6. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลกิจกรรมที่ 1 สักรวาระบบนิเวศกลุ่มละ 3 นาที (15 นาที)
7. ครูถามนักเรียนว่าบริเวณสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น แม่น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า ชายหาด นักเรียนจะพบ สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต (10 นาที)
9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟังและร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับองค์ประกอบในระบบนิเวศ (10 นาที)
10. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล กลุ่มละ 3 นาที (15 นาที)
11. ครูให้นักเรียนดูภาพถ่ายสถานที่ต่างๆ ในประเทศไทย เช่น บึงบรเพ็ชร อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ทุ่งแสลงหลวง ป่าชายเลน ชายหาด อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขานมเบญจา แนวปะการัง
12. ครูถามนักเรียนว่า สถานที่ดังกล่าว เป็นระบบนิเวศประเภทเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

13. ครอบคลุมหมายถึงให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศในประเทศไทย กลุ่มละ 1 ระบบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับฉลากระบบนิเวศ 1 ระบบ ดังนี้ บึงบอเพ็ชร อุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ พุ่งแสงหลวง ป่าชายเลน ชายหาด อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา แนวปะการังโดยสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้

13.1 ภาพระบบนิเวศที่เลือกพร้อมทั้งระบุตำแหน่งของระบบนิเวศ (สถานที่)

13.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

13.3 สภาพภูมิประเทศ

13.4 สภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด

13.5 ลักษณะเด่นของระบบนิเวศ

บันทึกผลการศึกษาค้นคว้าตามวันและเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม ต่อไปนี้ (10 นาที)

1.1 นักเรียนสามารถจำแนกองค์ประกอบภายในสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆได้กี่ประเภท อะไรบ้าง (จำแนกได้ 2 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต)

1.2 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

1.3 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีบทบาทเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ (พืชเป็นผู้ผลิต ส่วนสัตว์เป็นผู้บริโภค)

1.4 สิ่งมีชีวิตแบ่งตามบทบาทได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง (แบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย)

1.5 ถ้าแบ่งสิ่งมีชีวิตตามอาหารบริโภค จะแบ่งได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง (แบ่งได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ และผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์)

1.6 สิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ (แสงแดด มีความสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก๊าซออกซิเจนในอากาศช่วยในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต)

1.7 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่อาศัยหนึ่งๆ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น เรียกความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่าอะไร(ระบบนิเวศ)

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ปันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
2. ภาพระบบนิเวศจำลอง
3. เอกสารกิจกรรมที่ 1 สสำรวจระบบนิเวศ
4. เอกสารความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ
5. เครื่องฉายภาพที่บแสง

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินการบันทึกกิจกรรมที่ 1 สสำรวจระบบนิเวศ โดยใช้แบบประเมินบันทึกกิจกรรม
2. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกต

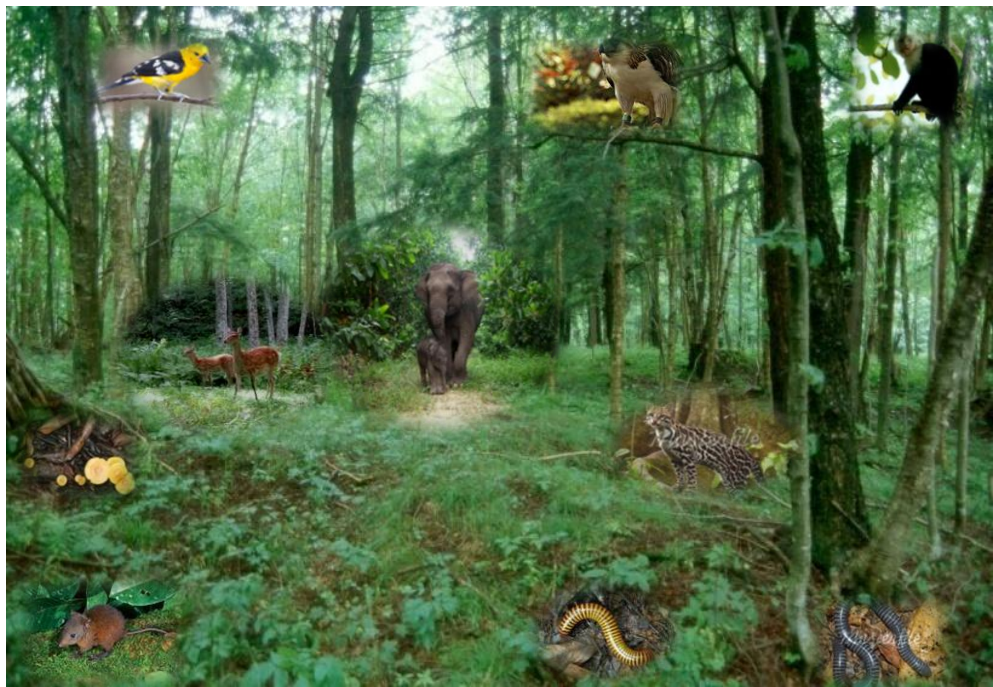
เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว32102 วิทยาศาสตร์ 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

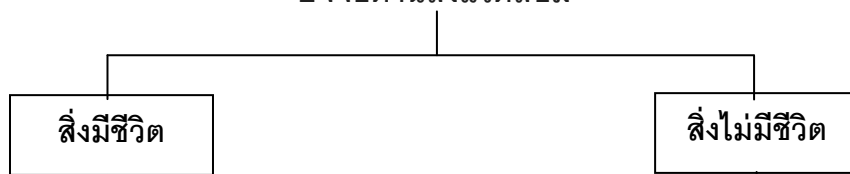
วัน/เดือน/ปี ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/... เลขที่

เอกสารระบบนิเวศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิตในที่อยู่อาศัยในบริเวณป่าในภาพนี้และบันทึกคำตอบลงในเอกสาร



ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว32102 วิทยาศาสตร์ 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัน/เดือน/ปี ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/... เลขที่

กิจกรรมที่ 1 สสำรวจระบบนิเวศ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบริเวณใดบริเวณหนึ่ง เช่น สนามหญ้า สวนสมุนไพร
ภายในบริเวณโรงเรียนราชินี พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

บันทึกข้อมูล

1. บริเวณที่ศึกษา
2. เวลาที่เริ่มทำการศึกษา ใช้เวลาทั้งสิ้น
3. สิ่งมีชีวิตที่พบ

สิ่งมีชีวิต	ลักษณะที่อยู่อาศัย	อาหาร

4. ลักษณะความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

.....

5. สิ่งไม่มีชีวิตที่พบ

สิ่งไม่มีชีวิต	ความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต

ลงชื่อผู้บันทึก

วัน/เดือน/ปี

แบบประเมินการสำรวจระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน / ระดับคุณภาพ			
	4 / ดีมาก	3 / ดี	2 / พอใช้	1 / ปรับปรุง
1. การเลือกใช้ อุปกรณ์/ เครื่องมือ ในการ สำรวจ	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้อง เหมาะสม และ สอดคล้อง กับ วิธีการ สำรวจ ทุกชั้น ตอน	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับ วิธีการสำรวจ เป็น ส่วนใหญ่	เลือกใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องบาง ส่วนและสอดคล้อง กับวิธีการ สำรวจเป็นบาง ชั้นตอน	เลือกใช้อุปกรณ์ ไม่ถูกต้องและ ไม่สอดคล้อง กับวิธีการ สำรวจ
2. การดำเนินการ สำรวจ	สามารถดำเนินการ การสำรวจ ตามลำดับ ชั้นตอน ได้ใน เวลาที่ กำหนด รวมทั้ง ใช้ เทคนิคหรือ วิธีการที่ เหมาะสมทำ การ สำรวจ	สามารถดำเนินการ การสำรวจตาม ลำดับชั้นตอน และนำเทคนิค หรือวิธีการมา ใช้ทำการสำรวจ แต่ต้องได้รับ ความช่วยเหลือ แนะนำจากครู เป็นบางครั้ง	การดำเนินการ ไม่เป็นไป ตามลำดับ ชั้นตอน ใช้เวลา มากและครูต้อง ให้ความ ช่วยเหลือ หรือ แนะนำบ่อยครั้ง	การดำเนินการ ผิดพลาด ใช้ เวลาเกินที่ กำหนดไว้ และ ครูต้องให้ความ ช่วยเหลือ หรือ แนะนำ ตลอดเวลา
3. การบันทึกผล การสำรวจตาม ข้อเท็จจริง	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง ทุกชั้นตอน มี รายละเอียด ครบถ้วน	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง แต่ขาดการ อธิบาย รายละเอียด บางชั้นตอน	บันทึกข้อมูล ตามข้อเท็จจริง เป็นบางส่วน และใส่ความคิด เห็นของตนเอง รวมทั้ง รายละเอียด บางส่วนขาด หายไป	บันทึกข้อมูลได้ น้อยมาก ขาด ความน่าเชื่อถือ

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์

ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด						ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด					
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IC	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IC
1	+1	+1	+1	3	1.0	21	+1	+1	+1	3	1.0
2	+1	+1	0	2	0.67	22	+1	+1	+1	3	1.0
3	+1	+1	+1	3	1.0	23	+1	+1	+1	3	1.0
4	+1	+1	+1	3	1.0	24	+1	+1	+1	3	1.0
5	+1	+1	+1	3	1.0	25	+1	+1	+1	3	1.0
6	+1	+1	+1	3	1.0	26	+1	+1	+1	3	1.0
7	+1	+1	+1	3	1.0	27	+1	+1	+1	3	1.0
8	+1	0	+1	2	0.67	28	+1	+1	+1	3	1.0
9	+1	+1	+1	3	1.0	29	+1	+1	+1	3	1.0
10	+1	+1	+1	3	1.0	30	+1	+1	+1	3	1.0
11	+1	+1	+1	3	1.0	31	0	+1	+1	2	0.67
12	+1	+1	+1	3	1.0	32	0	+1	+1	2	0.67
13	+1	+1	+1	3	1.0	33	+1	+1	+1	3	1.0
14	+1	+1	+1	3	1.0	34	0	+1	+1	2	0.67
15	+1	+1	+1	3	1.0	35	+1	+1	+1	3	1.0
16	+1	+1	+1	3	1.0	36	+1	0	+1	2	0.67
17	+1	+1	+1	3	1.0	37	+1	0	+1	2	0.67
18	+1	+1	+1	3	1.0	38	+1	+1	+1	3	1.0
19	+1	+1	+1	3	1.0	39	+1	+1	+1	3	1.0
20	+1	+1	+1	3	1.0	40	+1	0	+1	2	0.67

คำถามที่มีค่า IC ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 ถือว่า มีความเที่ยงตรง สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 14 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว32102 วิทยาศาสตร์ 4 เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.55	.50	21	.48	.35
2	.55	.50	22	.48	.15
3	.55	.60	23	.48	.15
4	.55	.70	24	.48	.35
5	.55	.50	25	.48	.05
6	.38	.15	26	.53	.55
7	.55	.30	27	.53	.45
8	.57	.45	28	.53	.55
9	.50	.50	29	.48	.05
10	.38	.15	30	.48	.35
11	.38	-.15	31	.40	.20
12	.38	.15	32	.40	.30
13	.55	.50	33	.40	.00
14	.45	.20	34	.40	.10
15	.43	.15	35	.40	.20
16	.53	-.05	36	.43	.05
17	.53	.05	37	.48	.35
18	.53	.45	38	.55	.30
19	.55	.60	39	.53	.45
20	.53	.25	40	.55	.30

ค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง .38 ถึง .57 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง -.05 ถึง .70

ตารางที่ 15 ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) เป็นรายชื่อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	Corrected Item- Total Correlation (R)	Alpha if Deleted (α)	ข้อที่	Corrected Item- Total Correlation (R)	Alpha if Deleted (α)
1	.4435	.8124	21	.3213	.8161
2	.5127	.8103	22	.1584	.8209
3	.4588	.8120	23	.2025	.8196
4	.6769	.8052	24	.3438	.8154
5	.4741	.8115	25	.0929	.8228
6	.2936	.8169	26	.4441	.8124
7	.2325	.8187	27	.3532	.8141
8	.4136	.8134	28	.4594	.8119
9	.4997	.8107	29	-.0860	.8280
10	.2324	.8187	30	.2172	.8192
11	.0148	.8249	31	.2402	.8185
12	.2936	.8169	32	.3542	.8151
13	.4665	.8117	33	.1058	.8224
14	.2809	.8173	34	.2932	.8169
15	.2190	.8191	35	.3237	.8160
16	-.2519	.8326	36	.1597	.8209
17	.0082	.8253	37	.4042	.8136
18	.3382	.8156	38	.3372	.8156
19	.5982	.8077	39	.3007	.8167
20	.2117	.8194	40	.2325	.8187

Alpha = .8208

R > .20 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจแจกแจงใช้ได้ α < .8208 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีคุณภาพ

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบประเมินเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด					
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IC
1	+1	+1	0	2	0.67
2	-1	+1	+1	2	0.67
3	+1	+1	+1	3	1.0
4	+1	+1	+1	3	1.0
5	+1	+1	+1	3	1.0
6	+1	+1	+1	3	1.0
7	+1	+1	+1	3	1.0
8	+1	+1	+1	3	1.0
9	+1	+1	+1	3	1.0
10	+1	+1	+1	3	1.0
11	-1	+1	+1	1	0.33
12	+1	+1	+1	3	1.0
13	+1	+1	+1	3	1.0
14	+1	+1	+1	3	1.0
15	+1	+1	+1	3	1.0
16	+1	+1	+1	3	1.0
17	+1	+1	+1	3	1.0
18	+1	+1	+1	3	1.0
19	+1	+1	+1	3	1.0
20	+1	+1	+1	3	1.0
21	+1	+1	0	2	0.67
22	+1	+1	+1	3	1.0
23	+1	+1	+1	3	1.0
24	+1	+1	+1	3	1.0
25	+1	+1	+1	3	1.0

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบประเมินเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด					
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IC
26	+1	+1	+1	3	1.0
27	-1	+1	+1	1	0.33
28	-1	+1	+1	1	0.33
29	-1	+1	0	0	0
30	+1	+1	+1	3	1.0
31	+1	+1	-1	1	0.33
32	+1	+1	-1	1	0.33
33	+1	+1	-1	1	0.33
34	-1	+1	+1	1	0.33
35	+1	+1	+1	3	1.0
36	-1	+1	+1	1	0.33
37	-1	+1	+1	1	0.33
38	+1	+1	+1	3	1.0
39	+1	+1	+1	3	1.0
40	+1	+1	+1	3	1.0
41	+1	+1	+1	3	1.0
42	+1	+1	+1	3	1.0
43	+1	+1	+1	3	1.0
44	+1	+1	+1	3	1.0
45	+1	+1	+1	3	1.0
46	+1	+1	+1	3	1.0
47	+1	-1	+1	1	0.33
48	+1	+1	+1	3	1.0
49	+1	+1	+1	3	1.0
50	+1	+1	+1	3	1.0

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบประเมินเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด					
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IC
51	+1	+1	+1	3	1.0
52	+1	-1	+1	1	0.33
53	+1	+1	+1	3	1.0
54	+1	+1	+1	3	1.0
55	+1	+1	+1	3	1.0
56	+1	+1	+1	3	1.0
57	+1	+1	0	2	0.67
58	+1	+1	-1	1	0.33
59	+1	+1	+1	3	1.0
60	+1	+1	-1	1	0.33

คำถามที่มีค่า IC ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 ถือว่า มีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 17 ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach alpha coefficient) เป็นรายชื่อของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์

ข้อที่	Corrected Item- Total Correlation (R)	Alpha if Deleted (α)	ข้อที่	Corrected Item- Total Correlation (R)	Alpha if Deleted (α)
1	-.0133	.9404	21	.7199	.9347
2	.7625	.9349	22	.7625	.9349
3	.4763	.9371	23	.7625	.9349
4	.7199	.9347	24	.4763	.9371
5	.7625	.9349	25	.5378	.9366
6	.4763	.9371	26	.7625	.9349
7	.7625	.9349	27	-.0133	.9404
8	.1352	.9404	28	.7199	.9347
9	.4763	.9371	29	-.0133	.9404
10	-.0133	.9404	30	.4763	.9371
11	.4763	.9371	31	-.0133	.9404
12	.7625	.9349	32	.7625	.9349
13	.1025	.9402	33	.7199	.9347
14	.7199	.9347	34	.7625	.9349
15	.7625	.9349	35	.7625	.9349
16	.7199	.9347	36	.7625	.9349
17	.4763	.9371	37	.4763	.9371
18	-.0133	.9404	38	.1352	.9404
19	.7625	.9349	39	.7625	.9349
20	.1352	.9404	40	.7625	.9349

Alpha = .9383

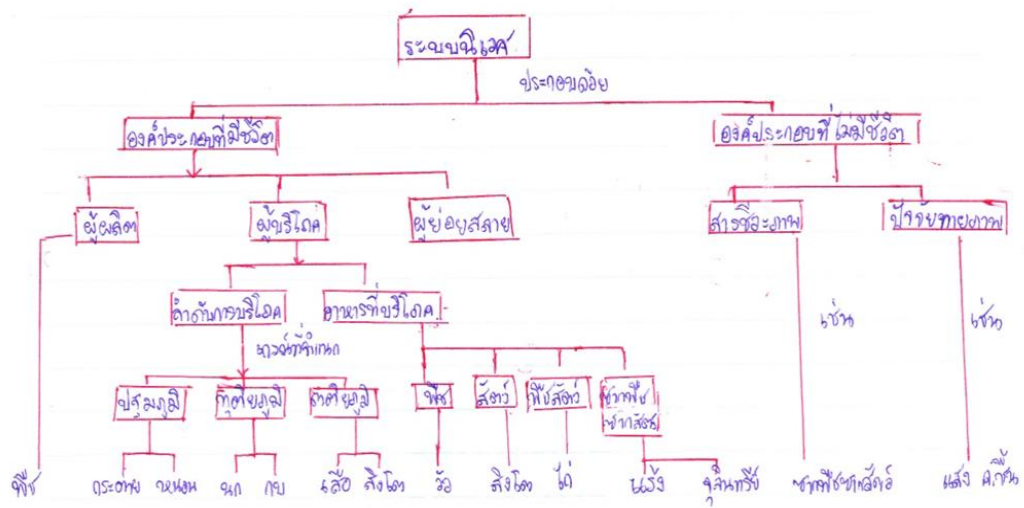
R > .20 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีอำนาจแจกแจงใช้ได้

α < .9383 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีคุณภาพ

ภาคผนวก จ

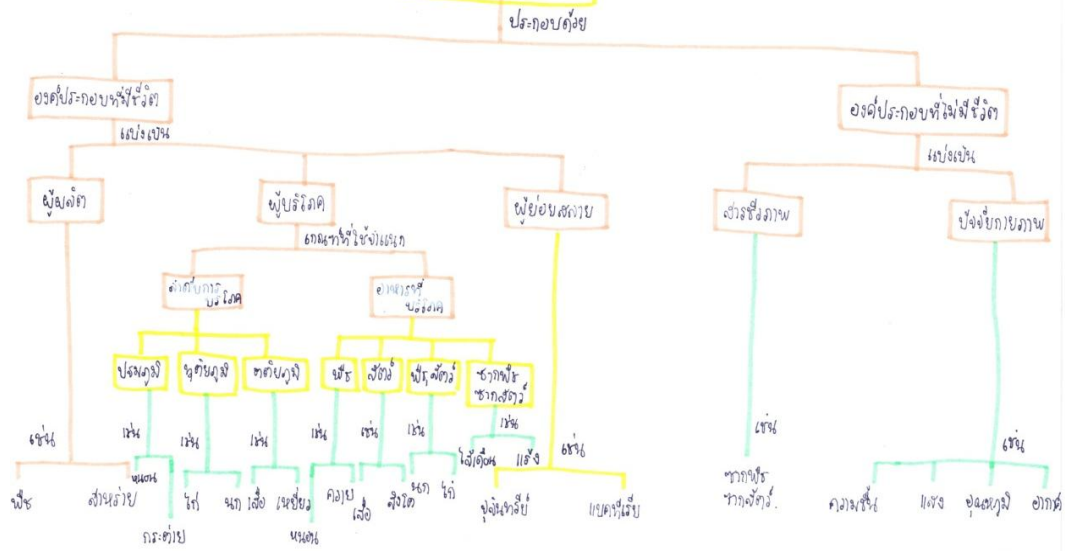
ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

วิชาเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ (4)



ปีระสูสัตต จรัสสุริยวงศ ๒๕/๖ (๒๐)

ระบบนิเวศ



✓

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอัจฉรา ปานรอด เกิดวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2500 ภูมิลำเนากรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา ในปีการศึกษา 2523 ทำงานเป็นครูฝ่ายการสอนที่โรงเรียนราชินี เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปีการศึกษา 2524 ถึงปัจจุบัน และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553