ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวจรัสศรี อังศุภนิช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

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 THE CONSTRUCTIVIST-VISUAL MIND MAP® TEACHING APPROACH ON QUALITY OF COGNITIVE STRUCTURE AND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Jarassri Ungsuphanich

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 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นางสาวจรัสศรี อังศุภนิช
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วีระชาติ สวนไพรินทร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

จรัสศรี อังศุภนิช: ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
(EFFECTS OF THE CONSTRUCTIVIST-VISUAL MIND MAP® TEACHING APPROACH ON QUALITY OF COGNITIVE STRUCTURE AND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS)
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. อลิศรา ชูชาติ, 112 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบระดับคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิด เชิงทัศน์ 2) เปรียบเทียบระดับคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิด เชิงทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิด เชิงทัศน์และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสภาราชินี 2 ตรัง ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ 1) แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 และ 2) แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.65 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ร้อยละ 71.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5283502027: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS : CONSTRUCTIVIST-VISUAL MIND MAP® TEACHING APPROACH / QUALITY OF COGNITIVE STRUCTURE / ANALYZING ABILITY

JARASSRI UNGSUPHANICH: EFFECTS OF THE CONSTRUCTIVIST-VISUAL MIND MAP® TEACHING APPROACH ON QUALITY OF COGNITIVE STRUCTURE AND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.

ADVISOR : ASST. PROF. ALISARA CHUCHART, Ph.D., 112 pp.

The purposes of this study were 1) to compare the quality of cognitive structure of upper secondary school students before and after learning by using a constructivist-visual MIND MAP® teaching approach, 2) to compare the quality of cognitive structure between the group learning by using a constructivist-visual MIND MAP® teaching approach and the group learning by conventional teaching method, 3) to study the analyzing ability levels of upper secondary students group learning by a constructivist-visual MIND MAP® teaching approach, and 4) to compare the analyzing ability of the group learning by a constructivist-visual MIND MAP® teaching approach and the group learning by conventional teaching method after learning. The samples were two classes of mathayomsuksa 5 students at Sparajini 2 school in Trang during the first semester of academic year 2013. The research instruments were the quality of cognitive structure test with reliability at 0.73 and the analyzing ability with reliability at 0.65. The collected data was an analyzed by arithmetic mean, standard deviation and a t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The experimental group's average scores of posttest in the quality of cognitive structure was higher than pretest scores at .05 level of significance.

2. the experimental group had a cognitive structure score higher than the control group at the .05 level of significance.

3. the experimental group had a mean score in the analyzing ability at 71.93 percent, which was higher than the criterion score set at 70 precent

4. after the experiment, the experimental group had the analyzing ability level that was higher than students group learning by conventional teaching method at the .05 level of significance.

Department : Curriculum and Instruction Student's Signature .....

Field of Study : Science Education Advisor's Signature .....

Academic Year : 2013 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษา อบรมสั่งสอนด้วยความอดทน และความเมตตา ตลอดจนคำแนะนำและข้อคิดต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย การดำรงชีวิตและการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณา และความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วีระชาติ สวนไพรินทร์ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ยงยุทธ มณีโชติ ผู้อำนวยการโรงเรียนสภาราชินี 2 จังหวัดตรังที่ให้โอกาสในการศึกษา ตลอดจนกำลังใจ ความห่วงใยและการสนับสนุนช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้ให้ทุนการศึกษา

ขอขอบพระคุณครู และนักเรียนโรงเรียนสภาราชินี 2 ตรัง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และเครือญาติทุกท่านที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกด้านสำหรับการวิจัยครั้งนี้ และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่คอยห่วงใย และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพ ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

ข้อตกลงเบื้องต้น 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ 12

องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ 13

โครงสร้างทางปัญญา 16

ความหมายของโครงสร้างทางปัญญา 16

องค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา 17

แนวทางการวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา 18

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ 20

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ 20

สารบัญ

หน้า

ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ 21

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ 38

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ผังความคิด คุณภาพโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ 40

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42

รูปแบบการวิจัย 42

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัย 43

เครื่องมือที่ในการวิจัย 45

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 52

การวิเคราะห์ข้อมูล 53

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 55

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา 55

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการวิเคราะห์ 56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 58

สรุปผลการวิจัย 58

อภิปรายผล 59

ข้อเสนอแนะ 61

รายการอ้างอิง 62

ภาคผนวก 68

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 71

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 72

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 80

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 102

สารบัญ

หน้า

ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลงานของนักเรียน 107

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 112

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 บทบาทครูจากการสอนแบบทั่วไปและบทบาทครูจากการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม 30
2 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ 38
3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียน 4 ห้องเรียน 44
4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายคู่ของนักเรียน 45
5 จำนวนข้อสอบในแบบวัดคุณภาพโครงสร้างทางปัญญา เรื่อง คลื่นเสียง 46
6 องค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการวิเคราะห์ 48
7 หัวข้อเรื่องและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องคลื่นเสียง 50
8 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ Mind map® เชิงประจักษ์และการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป 51
9 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 55
10 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 56
11 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 56

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 57

13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา 103

14 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ตามลำดับข้อของแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา 104

15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ 105

16 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ตามลำดับข้อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ 106

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ หน้า

1 กรอบแนวคิดการวิจัย 10

2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 42

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆตลอดจนเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ยังเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) อีกทั้งวิทยาศาสตร์ยังทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ. ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 4 มาตรา 24 ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาตามความเหมาะสม การจัดกระบวนการเรียนรู้ มุ่งเน้นฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และหมวด 4 มาตรา 22 ที่ให้การจัดการศึกษาที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด การจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2545: 13-15)

จากผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปี 2553-2554 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 13 จังหวัดตรัง มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 29.30 และ 26.66 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามสถานศึกษา โรงเรียนสภาราชินี 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553-2554 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ 29.18 และ 26.85 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำ

คือ ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2553 และ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554)

จากผลการประเมินด้านการศึกษาของนักเรียนได้แสดงให้เห็นว่า การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จ สืบเนื่องมาจากหลักสูตรที่มีการอัดแน่นเนื้อหาในปริมาณมากจนทำให้เรียนไม่ทัน ครูขาดความสนใจต่อนักเรียนมุ่งเน้นเพียงแต่การสอนให้จบตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (ปิยนุช เปี่ยมวิริยวงศ์, 2556: 39) โดยเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเพียงกลุ่มเนื้อหาความรู้ที่ครูป้อนให้นักเรียน นักเรียนมองว่าวิทยาศาสตร์ คือ วิชาหนึ่งที่มีตำราให้ท่อง มี “เนื้อหาความรู้” ที่จะต้องจดจำ มี “กระบวนการแก้โจทย์”ซึ่งประกอบด้วยสูตรหรือกฎ หรือเทคนิคต่างๆ ที่จะต้องจำเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ การเรียนด้วยวิธีการดังกล่าวมิอาจทำให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้ เพราะวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงประกอบไปด้วยการท่องเที่ยวในโลกแห่งปัญญา ความรู้สึกตื่นเต้นที่ได้ค้นพบอะไรด้วยตนเอง (โสรัจจ์ หงส์ลดารมณ์, 2545: 5)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบอะไรด้วยตนเองนั้นสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ซึ่งทฤษฎีสรรคนิยมอธิบายการเรียนรู้ว่า บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือเรียกว่า schema โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็นความเชื่อ ความเข้าใจ คำอธิบายความรู้ของบุคคลนั้น (สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2544: 44-45)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ได้ระบุว่าโครงสร้างทางปัญญา และความรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Bodner , 1986; Novak, 1977; วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2541) ซึ่งแนวคิดนี้สนับสนุนโดยงานวิจัยของ Mitchell and Lawson (cited in Dhindsa, Kasim and Anderson, 2010) ซึ่งพบว่าความรู้เดิมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนแต่ละคนจะแตกต่างกัน (ไสว ฟักขาว, 2542: 26) ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนจึงเป็นประโยชน์ต่อครูและนักเรียนในการเรียนการสอน เนื่องจาก การตรวจสอบคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้ครูทราบถึง

ความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน ซึ่งครูจำเป็นจะต้องทราบก่อนที่จะมีการสอนสิ่งใหม่ และนำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนและยังช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่นั้นเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ในสมอง (Ausubel, 1968 cited in ไสว ฟักขาว, 2542: 37)

การตรวจสอบโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนนั้น นอกจากจะช่วยทำให้ครูเข้าใจการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงความรู้ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ผลจากการตรวจสอบดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ และจากการตรวจสอบดังกล่าวทำให้นักเรียนทราบถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนและสะท้อนให้เห็นถึงการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการเปรียบเทียบความรู้เดิมที่มีอยู่ในความจำกับความรู้ใหม่ของนักเรียนทำให้ทราบถึงการพัฒนาทางการเรียนและการมีมโนทัศน์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน (Tsai and Huang, 2002 cited in Selvi and Yakisan, 2005: 29)

จากความสำคัญของการตรวจสอบโครงสร้างทางปัญญาและการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์นั้น สามารถนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์มาใช้ในการสอน โดยแนวคิดดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม และการใช้ผังความคิดเชิงทัศน์ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดระบบความรู้ โดยการใช้คำ และสัญลักษณ์ ที่ให้ความสำคัญในการแสดงข้อมูลที่ได้จากการเรียนการสอนด้วยภาพหรือสัญลักษณ์ที่มีสีสันที่หลากหลาย เทคนิคดังกล่าวมีความสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมที่เน้นที่นักเรียนโดยการใช้ในเทคนิคดังกล่าวในการทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมการเรียนจะมีการเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อให้เกิดอภิปรายและทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (prior knowledge activation)

เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจากผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่

ขั้นที่ 2 การสอนเนื้อหาใหม่ (new content teaching)

เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลอง กิจกรรม หรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม

ขั้นที่ 3 การทำงานและแก้ไขปรับปรุง (class work and revision)

เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียนผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุง เพิ่มเติมผังความคิดรายบุคคลเป็นการบ้าน

ขั้นที่ 4 การทำการบ้าน (home work)

เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียนผังความคิดเป็นรายบุคคล

จากงานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ช่วยพัฒนานักเรียนให้เข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ระบบความคิดได้อย่างเป็นระบบและทำให้มีโครงสร้างความรู้ที่มั่นคงในความจำ (Dhindsa, Kasim and Anderson, 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shavelson (1974) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเนื้อหา (content structure) กับโครงสร้างทางปัญญาในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ พบว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญาและหลังการทดลองนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สำคัญเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการเรียนการสอน และอาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 เทียนทอง ดีรักษา (2553) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษีสรรคนิยมของ Underhill มีคะแนนด้านความสามารถในการวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ผังความคิดเชิงทัศน์ ดังกล่าวข้างต้นช่วยพัฒนาคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเพื่อศึกษาผลที่มีต่อระดับคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปจะมีคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่าหรือไม่

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์มีความสามารถในการวิเคราะห์เป็นอย่างไร และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป จะมีความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแนวคิดทางการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยมร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยแนวคิดทางการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดของตนเอง โดยที่ครูไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่ครูสามารถช่วยนักเรียนให้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล หรือภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนจึงต้องปรับความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 24) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา (Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010) และเทียนทอง ดีรักษา (2553) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมของ Underhill มีคะแนนด้านความสามารถในการวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวประกอบกับเกณฑ์การประเมินการคิด วิเคราะห์ ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้กำหนดช่วงคะแนนที่แสดงความสามารถระดับดีถึงดีเยี่ยมคือร้อยละ 70 ขึ้นไป (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553: 17) ดังนั้นได้ตั้งสมมติฐานไว้ 4 ข้อดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ผังความคิดเชิงทัศน์จะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์จะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์จะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

2.1.2 การสอนแบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

2.2.2 ความสามารถในการวิเคราะห์

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ เรื่อง คลื่นเสียง

2.3.2 ผู้สอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 ระยะเวลาที่สอนโดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง คลื่นเสียง

ข้อตกลงเบื้องต้น

ความแตกต่างของช่วงเวลาที่ใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเองตามแนวคิด Dhindsa Kasim and Anderson (Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010) ของ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (prior knowledge activation)

เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจากผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่

ขั้นที่ 2 การสอนเนื้อหาใหม่ (new content teaching)

เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลอง กิจกรรม หรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม

ขั้นที่ 3 การทำงานและแก้ไขปรับปรุง (class work and revision)

เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียนผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุง เพิ่มเติมผังความคิดรายบุคคลเป็นการบ้าน

ขั้นที่ 4 การทำการบ้าน (home work)

เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียนผังความคิดเป็นรายบุคคล

2. การสอนแบบทั่วไป หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบสอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัย ใคร่รู้ในประเด็นปัญหาต่างๆ โดยใช้คำถามหรือการใช้สื่อต่างๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมระหว่างการเรียนการสอน เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาคำตอบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมหลังการเรียนการสอน เป็นขั้นที่ครูนำอภิปรายนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์

3. คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา หมายถึง ความคิดสำคัญของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่วัดตามแนวคิดของ Wu and Tsai (Wu and Tsai 2011: 380) มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบอธิบาย และนำแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนเขียนตอบมาทำการวิเคราะห์ด้วยแผนผังแสดงการเลื่อนไหลของข้อมูล (flow map)โดยผู้วิจัยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ขอบเขต คือ จำนวนความคิดทั้งหมดของนักเรียนในแผนผังแสดงการเลื่อนไหลของข้อมูล

2. ความครบลักษณะ คือ จำนวนการเชื่อมโยงที่มีการกลับไปซ้ำหรือวกกลับในแผนผังแสดงการเลื่อนไหลของนักเรียน

4. ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำแนกแยกแยะ ส่วนประกอบของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบ การจัดระบบหลักการของเรื่องนั้น เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจ โดยวัดจากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวความคิดของบลูม แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย คือ ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสิ่งต่างๆ

3. การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการหาวัตถุประสงค์ ทัศนคติ ของผู้เขียน

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ มีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยม และทฤษฎีพหุปัญญา โดยทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าวในข้างต้น สามารถพัฒนาคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนได้ สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ในแผนภาพที่ 1

ทฤษฎีสรรคนิยม

การเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ที่มีอยู่เดิม ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองโดยจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ ให้กลับสู่ภาวะสมดุล

ทฤษฎีพหุปัญญา

เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึง ปัญญาหลายด้านของมนุษย์ที่ทำการศึกษาโดย Garder ประกอบด้วยปัญญา 9 ด้าน (Gardner 1997 cited in Stanford 2003: 81) ดังนี้ 1) ปัญญาด้านภาษา 2) ปัญญาด้านการคิดและคณิตศาสตร์ 3) ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ 4) ปัญญาด้าน การเคลื่อนไหวร่างกาย 5) ปัญญาด้านดนตรี 6) ปัญญาด้านการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล 7) ปัญญาด้านการรู้จักตนเอง 8) ปัญญาด้านธรรมชาติ 9) ปัญญาด้านความสามารถในการดำรงตน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ (Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010)

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (prior knowledge activation)

เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจากผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่

ขั้นที่ 2 การสอนเนื้อหาใหม่ (new content teaching)

เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลอง กิจกรรม หรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม

ขั้นที่ 3 การทำงานและแก้ไขปรับปรุง (class work and revision)

เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียน ผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุงเพิ่มเติม ผังความคิด รายบุคคลเป็นการบ้าน

ขั้นที่ 4 การทำการบ้าน (home work)

เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียนผังความคิดเป็นรายบุคคล

ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำแนกแยกแยะ ส่วนประกอบของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ การจัดระบบหลักการของเรื่องนั้น เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจ โดยทำการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ส่วน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3) การวิเคราะห์หลักการ จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่ผู้วิจัย

คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา หมายถึง ความคิดสำคัญของนักเรียนที่วัดได้จากแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ขอบเขต และความครบลักษณะ

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และการใช้ผังความคิด กับการเรียนวิทยาศาสตร์ คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา และความสามารถในการวิเคราะห์ และได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์
   - 1.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์
   - 1.2 องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์
2. โครงสร้างทางปัญญา
   - 2.1 ความหมายของโครงสร้างทางปัญญา
   - 2.2 องค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา
   - 2.3 แนวทางการวัดคุณภาพโครงสร้างทางปัญญา
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์
   - 3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์
   - 3.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์
   - 3.3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ผังความคิด ที่มีต่อคุณภาพโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์

1. ความสามารถในการวิเคราะห์

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ มีประเด็นในการนำเสนอ 2 ประเด็น คือ ความหมายของการวิเคราะห์ และองค์ประกอบของการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ ไว้ดังต่อไปนี้

Bloom (1961: 144) กล่าวว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ คือ การแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ และวิธีที่ส่วนย่อยๆประกอบกันเป็นส่วนใหญ่

Clark (1970: 53) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ ไว้ว่า การวิเคราะห์ คือ การแยกแยะส่วนประกอบต่างๆของการสื่อความ และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆของเรื่องนั้น

Kiber, Barder, and Miles (1970: 169)ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ ไว้ว่า การแยกแยะข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบต่างๆ

Bank (1985: 461) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ ไว้ว่า การแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนๆ แล้วพิจารณาสร้างความสัมพันธ์ในส่วนประกอบของข้อมูล

Linn and Gronlund (1995: 534) ได้กล่าวถึง ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนประกอบต่างๆของข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจองค์ประกอบของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย การแยกแยะส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และจำแนกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับหลักการ

Byrnes (1996: 66) ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ คือ การแยกแยะข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบต่างๆและหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

Rick (1996: 362) ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลและแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ

McCormick and Pressley (1997: 372) ได้กล่าวถึง ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการแยกแยะสถานการณ์ที่กำหนดให้ออกมาเป็นองค์ประกอบต่างๆ แยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงกับการลงความเห็นจากข้อมูล และแยกแยะการจัดระบบองค์ประกอบของข้อมูล

Eilliott et al. (2000: 286) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์สภาพปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆนั้น

Parson, Hinson, and Sardo-Brown (2007: 398) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ไว้ว่า การแยกแยะการสื่อสารออกเป็นส่วนต่างๆและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ

ฆนัท ธาตุทอง (2554: 323) กล่าวว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณาสิ่งที่อยู่รวมกันทั้งหมดก่อน แล้วจำแนก แยกแยะสิ่งเหล่านั้น ออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ

ราชบัณฑิต (2551: 22) กล่าวว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ คือ การคิดจำแนกและหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อก่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ พบว่า ได้มีการให้ความหมายของคำว่า “การวิเคราะห์” ไปในทำนองเดียวกัน ก็คือ การจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งต่างๆ และการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ดังนั้นจึงสรุปความหมายของการวิเคราะห์กล่าวคือ การจำแนก และหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสิ่งต่างๆ

1.2 องค์ประกอบความสามารถในการวิเคราะห์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการวิเคราะห์ของนักจิตวิทยา และนักศึกษาต่างประเทศสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

Bloom (1961: 145-148) ได้แบ่งการความสามารถในวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย (analysis of elements) เป็นการแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อบ่งชี้หรือจำแนกส่วนย่อยๆของการสื่อความหมาย ประกอบด้วย
   1.1) ความสามารถในการค้นหาประเด็นที่ไม่ได้มีการกล่าวไว้โดยตรง
   1.2) ทักษะในการจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐาน
   1.3) ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริง ความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงออกจากข้อความโดยทั่วไป
   1.4) ทักษะในการบ่งชี้สิ่งจูงใจและแยกแยะพฤติกรรมเชิงกลไกของแต่ละบุคคลออกจากกลุ่ม
   1.5) ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อสนับสนุน

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationships) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างส่วนประกอบย่อยๆ เพื่อกำหนดความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ประกอบด้วย

1.1) ทักษะในการเข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดที่อยู่ในบทความ

1.2) ความสามารถในการระลึกถึงรายละเอียดที่สอดคล้องกับความตรงกับผลที่ตัดสิน

1.3) ความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริงหรือสมมติฐานที่จำเป็นต่อประเด็นสำคัญหรือข้อถกเถียงที่นำมาสนับสนุนเรื่องนั้นๆได้

1.4) ความสามารถในการตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงที่ได้รับมา

1.5) ความสามารถในการแยกแยะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลออกจากความสัมพันธ์อย่างเป็นลำดับ

1.6) ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อถกเถียง เพื่อแบ่งแยกข้อความที่สอดคล้องกันออกจากข้อความที่ไม่สอดคล้องกัน

1.7) ความสามารถในการสืบหาการอ้างเหตุผลที่มีการทำให้เข้าใจผิดในข้อถกเถียง

1.8) ความสามารถในการระลึกถึงความสัมพันธ์ที่เป็นมูลเหตุและรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญในคำอธิบายเรื่องราวทางประวัติศาสตร์

3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (analysis of organizational principles) เป็นการระลึกถึงการจัดกระทำและโครงสร้าง ซึ่งนำส่วนย่อยเข้าด้วยกันเพื่อสื่อความหมายทั้งหมด ประกอบด้วย

3.1) ความสามารถในการวิเคราะห์ถึง ความจำเพาะของงานทางศิลปะ ในการหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาและการจัดกระทำส่วนย่อยๆและการจัดระบบ

3.2) ความสามารถในการระลึกถึงรูปแบบและแบบแผน ที่เป็นผลงานหรืองานศิลปะที่ทำให้เข้าใจความหมาย

3.3) ความสามารถในการอ้างอิงถึงวัตถุประสงค์ของผู้แต่ง มุมมองของผู้แต่งหรือลักษณะทางความคิด ความรู้สึกที่แสดงออกมาในผลงานของผู้แต่ง

3.4) ความสามารถในการอ้างอิงถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญา ประวัติศาสตร์ของผู้แต่งหรือศิลปะของผู้แต่ง

3.5) ความสามารถในการมองเห็นเทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.6) ความสามารถในการระลึกถึงมุมมองของผู้แต่งหรือออคติของผู้แต่ง

Clark (1970: 54) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

การวิเคราะห์หน่วยย่อย (analysis of elements) คือ ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆของข้อมูล ความสามารถในการตรวจสอบสิ่งที่ไม่ได้กล่าวถึง ในสมมติฐาน และทักษะในการแยกความจริงออกจากสมมติฐาน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์(analysis of relationships) คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆของข้อความ ความสามารถในการตรวจสอบข้อความว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความคิดของสิ่งนั้น

การวิเคราะห์หลักการ (analysis of organizational principles) คือ การวิเคราะห์สิ่งที่ผู้แต่งต้องการจะสื่อสารออกมาจากงานเขียนนั้นๆ

Parson et al. (2007: 398-399) ได้แบ่งองค์ประกอบของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ

การวิเคราะห์หน่วยย่อย (analysis of elements) คือ ความสามารถในการแยกแยะความจริงออกจากสมมติฐาน และการบอกสิ่งที่ไม่ได้กล่าวถึงในสมมติฐานหรือแรงจูงใจ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ การเข้าใจความสัมพันธ์ของการสื่อสาร การพบความสัมพันธ์ของเหตุและผล การจำแนกแยกแยะสิ่งที่ตรงและสิ่งที่แตกต่างกันของการสื่อสาร

การวิเคราะห์หลักการ คือ การค้นพบวัตถุประสงค์ของผู้แต่ง ทัศนคติของผู้แต่ง

Lorber (1996:101-103) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

การวิเคราะห์หน่วยย่อย (analysis of elements) คือ ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบต่างๆ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationships)คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ

การวิเคราะห์หลักการ(analysis of organizational principles) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์หลักการ เพื่อมองหาการข้อคิดเห็นของผู้แต่ง

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ สรุปได้ว่า มีการแบ่งองค์ประกอบของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. การวิเคราะห์หลักการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย คือความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสิ่งต่างๆ

3. การวิเคราะห์หลักการคือ ความสามารถในการหาวัตถุประสงค์ ทัศนคติ ของผู้แต่ง

2. โครงสร้างทางปัญญา

2.1 ความหมายของโครงสร้างทางปัญญา

โครงสร้างทางปัญญา ตรงกับภาษาอังกฤษว่า cognitive structure ซึ่งมักมีการใช้คำว่า knowledge structure ทั้งยังมีคำว่า สกีม (scheme) กับโครงสร้างความรู้ในรูปแบบของการกระทำ หรือ พฤติกรรม และ สกีมา (scheme) กับโครงสร้างความรู้ในรูปของข้อเท็จจริง หรือภาพลักษณ์ (Glover and Bruning, 1990: 115 cited in ประสาท อิศรปรีดา, 2549: 45-46) ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ดังนี้

Shavelson (1974: 322) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง การสร้างสิ่งสมมติที่แสดงให้เห็นถึง การจัดระบบความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ในความจำ

Driscoll (1985 cited in Hauslein, 1992: 940) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง การสร้างสิ่งสมมติที่เป็นตัวแทนความคิดในความจำระยะยาวของบุคคล

Seng et al. (2003: 37) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง เครือข่ายความคิดที่มีการจัดระบบมโนทัศน์และข้อมูล

Krause, Bocher, and Duchesne (2003: 53) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง มโนทัศน์นามธรรม (abstract concept) หรือ มโนภาพ (mental image) กลุ่มของความคิดเกี่ยวกับวัตถุนั้นๆหรือประสบการณ์ ที่จัดระบบความรู้ที่มีอยู่ (existing knowledge) เพื่อทำความเข้าใจในประสบการณ์ใหม่

Santrock (2006: 39) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง มโนทัศน์หรือกรอบความคิดของคนที่มีการจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบ

Tsai and Huang (2002: 21) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างทางปัญญาไว้ว่า “โครงสร้างทางปัญญา” หมายถึง การสร้างสิ่งสมมติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในความจำระยะยาวของผู้เรียน

กล่าวโดยสรุปโครงสร้างทางปัญญาหมายถึง การสร้างสิ่งสมมติที่เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ในความจำระยะยาวของแต่ละบุคคล

2.2 องค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา

นักวิชาการและนักการศึกษาได้แบ่งองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญาดังต่อไปนี้

Tsai (2000: 1104-1105) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา ดังนี้

1) ขนาดหรือขอบเขต (size or extent) คือ การเชื่อมโยงเชิงเส้นหรือจำนวนของความคิด

2) ความครบลักษณะ (richness) คือ จำนวนของการกลับไปซ้ำหรือการเชื่อมโยงข้ามประโยค

3) การเชื่อมโยง (connection) คือ สัดส่วนของการเชื่อมโยงข้ามข้อความที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของโครงสร้างทางปัญญาเท่ากับจำนวนการเชื่อมโยงข้ามข้อความหารด้วยจำนวนของความคิดบวกกับจำนวนของการเชื่อมโยงข้ามข้อความ

4) ความถูกต้อง (correctness) คือ จำนวนของมโนทัศน์ที่ไม่คลาดเคลื่อน

Dhindsa, Kasim, and Anderson (2010:192) ได้แบ่งองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญาออกเป็น 7 มิติ ดังต่อไปนี้

1) มโนทัศน์ (concept) หมายถึง ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว

2) จำนวนข้อความที่เขียนบรรยาย (discourse unit) หมายถึง ประโยคหรือข้อความประกอบซึ่งเป็นข้อความเดี่ยว

3) การเชื่อมโยงเชิงเส้น (linear linkages) หมายถึง จำนวนการเชื่อมโยงความคิดเชิงเส้นในแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (flow map)

4) การเชื่อมโยงเชิงซ้อน (complex linkages) หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างข้อความที่ไม่ต่อเนื่องกันที่มีเนื้อหาเดียวกัน

5) จุดศูนย์รวม (focal point) หมายถึง มโนทัศน์หรือความคิดที่ได้รับการสนับสนุนโดยสามหรือมากกว่าสามข้อความในการเชื่อมโยงเชิงซ้อน

6) ความหนาแน่นเชิงสัมพันธ์ (association density) หมายถึง อัตราส่วนการเชื่อมโยงเชิงซ้อนกับการเชื่อมโยงทั้งหมด

7) ความไม่ถูกต้อง (incorrectness) หมายถึง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง

Wu and Tsai (2011: 380) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา ดังนี้

1) ขอบเขต (extent) คือ จำนวนความคิดทั้งหมดในแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลของนักเรียน

2) ความครบลักษณะ (richness) คือ จำนวนการเชื่อมโยงที่มีการกลับไปซ้ำหรือวกกลับในแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลของนักเรียน

Tsai and Huang (2001: 23) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญาที่ใช้วิธีการตรวจสอบโดย flow map ดังนี้

1) การเชื่อมโยงเชิงเส้น (linear linkages) คือ จำนวนของความคิดและการจัดระบบอย่างเป็นลำดับต่อเนื่องกันตามที่แสดงในแผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล ตัวบ่งชี้ของการเรียกคืนความรู้

2) การเชื่อมโยงกลับไปซ้ำ (Recurrent linkages) คือ จำนวนของการกลับไปซ้ำอีกครั้ง และเชื่อมโยงความคิดที่บ่งชี้โดยการเชื่อมโยงกลับซ้ำแสดงในแผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล ตัวบ่งชี้ของความอุดมของเครือข่ายความรู้ภายในโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน

จากการศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญา สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญาที่สำคัญ ดังนี้ ขอบเขต (extent) และความครบลักษณะ (richness) ซึ่งโดยความหมายแล้วคล้ายคลึงกับองค์ประกอบของ การเชื่อมโยงเชิงเส้น (linear linkages) และการเชื่อมโยงกลับไปซ้ำ (Recurrent linkages) นอกจากนี้แล้วยังมีการแบ่งองค์ประกอบของโครงสร้างทางปัญญาที่เพิ่มเติมจากองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น คือ การเชื่อมโยง (connection) และความถูกต้อง (correctness) มโนทัศน์ (concept) จำนวนข้อความที่เขียนบรรยาย (discourse unit) การเชื่อมโยงเชิงซ้อน (complex linkages) จุดศูนย์รวม (focal point) ความหนาแน่นเชิงสัมพันธ์ (association density) และความไม่ถูกต้อง (incorrectness)

2.3 แนวการวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

การตรวจสอบและการเป็นตัวแทนโครงสร้างทางปัญญา มี 5 วิธี คือ 1) ความสัมพันธ์ของคำเชิงอิสระ (free word association) 2) ความสัมพันธ์ของคำเชิงควบคุม (controlled free word association) 3) การสร้างผังรูปต้นไม้ (tree construction) 4) ผังมโนทัศน์ (concept map) 5) แผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (flow map) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การพิจารณาความสัมพันธ์ของคำแบบอิสระ (free word association)

การพิจารณาความสัมพันธ์ของคำแบบอิสระ คือ การนำเสนอมโนทัศน์หลัก ในแบบทดสอบเพื่อให้ผู้ทดสอบเขียนคำตอบเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์หลักลงไปในแบบทดสอบโดยไม่จำกัดเวลา และผู้ทดสอบทำแบบทดสอบชุดเดิมซ้ำสิบครั้ง หลังจากผู้ทดสอบทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนับจำนวนความถี่ของมโนทัศน์ที่ผู้ทำแบบทดสอบระลึกได้ แล้วนำมาทำการคำนวณ (Tsai and Hung, 2002: 155-156)

2) การพิจารณาความสัมพันธ์ของคำแบบถูกควบคุม (controlled free word association)

การพิจารณาความสัมพันธ์ของคำแบบถูกควบคุม คือ การนำเสนอมโนทัศน์หลักและมีพื้นที่จำกัดสำหรับการตอบมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์หลักลงไปในแบบทดสอบ โดยผู้ทดสอบเลือกมโนทัศน์จากรายการที่กำหนดให้มาเขียนตอบให้สัมพันธ์กับมโนทัศน์หลัก โดยทำให้เสร็จสิ้นภายในหนึ่งนาทีต่อหนึ่งมโนทัศน์ ความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์ของคำแบบอิสระและความสัมพันธ์ของคำแบบถูกควบคุม ก็คือ วิธีการของความสัมพันธ์ของคำแบบถูกควบคุม ผู้ตอบจะใช้มโมทัศน์ที่กำหนดมาให้และจัดเรียงลำดับให้สัมพันธ์กับมโนทัศน์หลักที่กำหนดมาให้ เพื่อตรวจสอบลำดับการระลึกได้ของมโนทัศน์ในโครงสร้างทางปัญญา (Tsai and Hung, 2002: 155-156)

3) การสร้างผังรูปต้นไม้ (tree construction)

ผังรูปต้นไม้เป็นต้นแบบของการทำผังมโนทัศน์ วิธีการสร้างผังรูปต้นไม้ ก็คือ ผู้ทดสอบเลือกมโนทัศน์จากรายการที่กำหนดให้และเขียนมโนทัศน์หนึ่งมโนทัศน์ที่เลือกจากรายการลงไปให้สัมพันธ์กับมโนทัศน์เริ่มต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคู่มโนทัศน์และมีลักษณะของโครงสร้างตามลำดับชั้น เช่นเดียวกันกับผังมโนทัศน์ (Tsai and Hung, 2002: 155-156)

4) ผังมโนทัศน์ (concept map)

ผังมโนทัศน์ คือ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆในรูปของประพจน์ (proposition) ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่มีการเชื่อมโยงด้วยเส้นประกอบกันเป็นหนึ่งประพจน์ และแสดงให้เห็นถึงลำดับชั้นของโครงสร้างทางปัญญา โดยมีมโนทัศน์ที่ครอบคลุมอยู่ด้านบนสุดของแผนผัง และลดลำดับลงมาเป็นมโนทัศน์รอง จนในที่สุดเป็นมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะ (Tsai and Hung, 2002: 155-156)

5) แผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (flow map)

แผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล คือ การแสดงผลเชิงกราฟิกที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายมีความต่อเนื่องเป็นลำดับที่ได้จากการระลึกได้ของผู้ตอบ (Anderson and Demetrius 1993: 953) โดยแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลเป็นตัวแทนของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน ด้วยวิธีการการสัมภาษณ์ แล้วนำคำพูดของนักเรียนมาเขียนเป็นข้อความ หรือจากการเขียนตอบของนักเรียน โดยเรียงลำดับจากคำพูดของนักเรียนหรือการเขียนคำตอบของนักเรียนจากนั้นเชื่อมโยงข้อความโดยการใช้ลูกศรเชื่อมโยงเป็นขั้นตอนและการใช้ลูกศรวกกลับย้อนกลับมายังข้อความก่อนหน้าข้อความนั้นในแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (Tsai and Hung, 2002: 155-156; Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010: 192)

จากการศึกษาแนวการวัดโครงสร้างทางปัญญา สามารถสรุปได้ว่า มีแนวทางในการวัดโครงสร้างทางปัญญา 5 แบบ คือ 1) ความสัมพันธ์ของคำเชิงอิสระ (free word association) 2) ความสัมพันธ์ของคำเชิงควบคุม (controlled free word association) 3) การสร้างผังรูปต้นไม้ (tree construction) 4) ผังมโนทัศน์ (concept map) 5) แผนผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (flow map)

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ได้รับการพัฒนาจากนักวิชาการ 3 ท่าน คือ Makarimi- Kasim และ Dhinsa จาก University Brunei Darussalam กับ Roger Anderson จาก Columbia University ในปี ค.ศ. 2010 โดยนักวิชาการทั้งสามท่านได้นำเอาแนวคิดทางการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยม ร่วมกับการทำผังความคิดและการใช้สื่อต่างๆในการนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนภาพทางความคิดในกรณีที่เนื้อหาทางการสอนมีลักษณะเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน โดยคำว่าเชิงทัศน์ “visual” ก็คือ การแสดงข้อมูลที่ได้จากการเรียนการสอนด้วยภาพหรือสัญลักษณ์ที่มีสีสันที่หลากหลาย เป้าหมายของแนวคิดทางการสอนดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการเรียนเพื่อทำให้เกิดความคงทนของโครงสร้างทางปัญญาในความจำ โดยนักเรียนจะมีบทบาททางการเรียนอย่างตื่นตัว นักเรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติการด้วยตนเองและเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (new knowledge) กับความรู้เดิมในความจำได้ (Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010)

3.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ ประกอบด้วย ทฤษฎีสรรคนิยม ทฤษฎีพหุปัญญา และผังความคิด มีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีสรรคนิยม

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีสรรคนิยม มีประเด็นในการนำเสนอ 6 ประเด็น ดังนี้ 1) ความหมายของทฤษฎีสรรคนิยม 2) ความเป็นมาของทฤษฎีสรรคนิยม 3)หลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยม 4) แนวการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม 5) บทบาทครูตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม 6) การประเมินผลการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม แต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ความหมายของทฤษฎีสรรคนิยม

นักวิชาการ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของทฤษฎีสรรคนิยมไว้ดังนี้

Von Glasersfeld (1989: 14) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีความรู้ที่มีรากฐานมาจาก ปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวมนุษย์ ทฤษฎีดังกล่าวได้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เกิดขึ้นจากความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคล 2) บทบาทของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการรวบรวมประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่การค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

Fosnot (1996: ix) กล่าวว่า ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ที่บรรยายว่าความรู้คืออะไร และบุคคลได้ความรู้มาอย่างไร โดยมีพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ทฤษฎีดังกล่าว อธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนา และถูกสร้างขึ้นภายในตัวของบุคคล โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เป็นการสร้างตัวแทนและแบบจำลอง (models) ของความจริงแท้ โดยมนุษย์เป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม ที่สร้างขึ้นผ่านกิจกรรมทางสังคม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

Elliott et al (2000: 256) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีสรรคนิยมว่าเป็นแนวคิดทางการเรียนรู้ที่ว่าบุคคลเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้

Parsons, Hinson, and Sando-Brown (2001: 431) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีทางสติปัญญาที่เน้นความสนใจและความรับผิดชอบทางการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งปรากฏชัดในผู้เรียนเมื่อมีการตั้งคำถามกับตนเอง (self-questioning) และการค้นพบ

Slavin (2006: 33) ได้อธิบาย ทฤษฎีสรรคนิยมในมุมมองของทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของPiaget เป็นกระบวนการพัฒนาการทางสติปัญญาที่เด็กมีบทบาทสำคัญในการสร้างความหมายและทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นจริงโดยผ่านประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์

Moore (2009: 10) กล่าวว่า แนวคิดของทฤษฎีที่ว่าผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบและขยายความรู้ด้วยตนเอง

จากความหมายของทฤษฎีสรรคนิยมดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีสรรคนิยม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ที่มีรากฐานมาจาก ปรัชญา จิตวิทยา มานุษยวิทยา ที่อธิบายถึงการสร้างความหมายด้วยตนเองโดยผ่านประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ความเป็นมาของทฤษฎีสรรคนิยม

ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget (ทิศนา แขมมณี, 2545: 22; Palincsar cited in Ruey, 2010: 707) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

ทฤษฎีสรรคนิยม (cognitive constructivism)

มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Powell and Kalina, 2009: 241; ศศิธร วิทยะสิรินันท์, ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 32) ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยตนเอง (Richardson, 2003: 1625) โดย Piaget เชื่อว่า มนุษย์พยายามจัดระบบ (organize) และมีการปรับตัว (adaptation) ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิต (Seng et al, 2003: 37) นอกจากนี้ Piaget ได้ระบุถึงมโนทัศน์ที่ใช้ในการอธิบายการเกิดพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งมโนทัศน์ดังกล่าวประกอบด้วย 4 มโนทัศน์ คือ 1) โครงสร้างทางปัญญา (schema) 2) การจัดและรวบรวม (organization) 3) การปรับตัว (adaptation) ประกอบไปด้วย การซึมซับหรือการดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) และการปรับ

โครงสร้างทางปัญญา (accommodation) และ 4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (equilibration) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) โครงสร้างทางปัญญา (schema)

Piaget ใช้คำว่า schema หรือ schemata เมื่อเป็นคำพหูพจน์ ใช้แทนคำว่า โครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) (Seng et al 2003: 37) ซึ่งหมายถึง รูปแบบทางความคิดหรือพฤติกรรม (Borich and Tombari, 1995: 67) ของบุคคลอันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม พ่อแม่ ครู และเพื่อน (Biehler and Snowman, 1993: 59)

นอกจากนี้ Piaget ถือว่ามนุษย์เรามีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (organization) และการปรับตัว (adaptation) (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552: 48) ซึ่งอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2) การจัดและรวบรวม (organization)

การจัดและรวบรวม (organization) เป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง(Biehler and Snowman, 1993: 59) ในการจัดลำดับหรือระบบข้อมูลใหม่ ทำให้บุคคลสามารถจดจำและนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Borich and Tombari, 1995: 68)

3) การปรับตัว (adaptation)

การปรับตัว (adaptation) ของมนุษย์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (Biehler and Snowman, 1993: 59) ประกอบไปด้วย 2 กระบวนการ คือ การซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) (Piaget 1952 cited in Santrock,2006: 39) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) การซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์ (assimilation)

การซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) เป็นกระบวนการทางสมอง (mental process) ที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลรวบรวมความรู้ใหม่เข้าไปในความรู้เดิม (Santrock, 2006: 39)

3.2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation)

การปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลปรับข้อมูลใหม่ (Santrock, 2006: 39) หรือปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้สอดคล้องความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ (Jordan and Porath, 2006: 47) กระบวนการดังกล่าวเป็นการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (Seng et al, 2003: 39) ตัวอย่างที่แสดงการซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์ (assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เช่น เด็กอายุ 6 ปีไปพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำครั้งแรก เด็กเจอปลาสร้อย เรียกว่า ‘ปลาเล็ก’ และเรียก วาฬ ว่า ‘ปลาใหญ่’ จากการเจอปลาสร้อยและวาฬทำ

ให้เด็กซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญาเดิม โดยโครงสร้างทางปัญญาเดิมของเด็ก ก็คือ มโนทัศน์ของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำทั้งหมด คือ ปลา พ่อแม่ชี้ให้ดูวาฬที่อาศัยอยู่ในน้ำและบอกว่าเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมซึ่งไม่ใช่ปลา เด็กปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาเดิมให้สอดคล้องกับประสบการณ์ใหม่ โดยค่อยๆปรับโครงสร้างทางปัญญาอย่างช้าๆ ทำให้ได้โครงสร้างทางปัญญาใหม่ ก็คือ สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำไม่จำเป็นต้องเป็นปลาเสมอไป (Biehler and Snowman, 1993: 59)

4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปรับการปรับ หากการปรับมีความสอดคล้องกันก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 1 หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล (ทิศนา แขมมณี, 2553: 65) ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนจำแนกประเภทของมะเขือเทศและแตงกวาออกเป็นผักและผลไม้ ในเบื้องต้นผู้เรียนคิดว่าผักและผลไม้มีความหวานแตกต่างกัน จึงใช้ความหวานเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท แต่เมื่อผู้เรียนไม่ทราบว่าความหวานเท่าใดเป็นผักหรือผลไม้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และถามผู้สอนให้อธิบายเพิ่มเติม จากข้อมูลที่นักเรียนได้จากการอธิบายเพิ่มเติมของครูเกี่ยวกับผลไม้ในบริบททางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนค่อยๆจัดและรวบรวมความคิดใหม่เกี่ยวกับการจำแนกประเภท (classification) โดยใช้เกณฑ์ ต่อไปนี้ คือ รากพืช (plant roots) ลำต้น (stems) ใบ (leaves) และรังไข่ (ovaries) ในการจำแนก (Biehler and Snowman, 1993: 60) หรืออีกหนึ่งตัวอย่างที่แสดงการพัฒนาความสมดุลเกี่ยวกับพ่อ

นอกจากนี้แล้ว Piaget ถือว่าเด็กทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์นี้ ทำให้พัฒนาการทางสติปัญญา Piaget แบ่งองค์ประกอบการเสริมสร้างพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา มี 4 องค์ประกอบ คือ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552: 49-50)

1. วุฒิภาวะ (maturation) Piaget กล่าวว่า การเจริญเติบโตด้านสรีรวิทยา โดยเฉพาะเส้นประสาทและต่อมไร้ท่อ มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาเชาวน์ปัญญา หรือต้องจัดประสบการณ์หรือสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับความพร้อมหรือวัยของเด็ก

2. ประสบการณ์ (experience) ทุกครั้งที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดประสบการณ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (physical environment)

2.2) ประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลและทางคณิตศาสตร์ (logico-math-ematical experience) ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่างๆโดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

3. การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) หมายถึง การที่พ่อ แม่ ครู และคนที่อยู่รอบตัวเด็กจะถ่ายทอดความรู้ให้เด็ก หรือสอนเด็กที่พร้อมจะรับถ่ายทอดด้วยกระบวนการซึมประสบการณ์หรือการปรับโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา

4. กระบวนการพัฒนาสมดุล (equilibration) หรือการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (self-regulation) ซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล เพื่อปรับความสมดุลของพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาขั้นต่อไปอีกขั้นหนึ่งซึ่งสูงกว่า โดยใช้กระบวนการซึมซาบประสบการณ์ และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา

จากข้างต้นสามารถสรุปความเป็นมาของทฤษฎีสรรคนิยม ดังนี้

ความเป็นมาของแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยมนั้นมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget โดยทฤษฎีดังกล่าวให้ความสำคัญกับผู้เรียน ในการที่เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้ การจัดและรวบรวมและการปรับตัว โดยการปรับตัวนั้นมี 2 กระบวน ก็คือ การซึมซาบหรือการดูดซึมประสบการณ์เป็นกระบวนการรวบรวมความรู้ใหม่เข้าไปในความรู้เดิม และการปรับโครงสร้างทางปัญญาเป็นการปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่และกระบวนการพัฒนาสมดุลซึ่งเป็นกระบวนการปรับความรู้ใหม่ให้เข้ากันกับความรู้เดิม

หลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยม

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้นำเสนอหลักการเรียนรู้ ซึ่งนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

คณะทำงานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สสวท. (2540: 11) กล่าวถึง การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมจะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น Active process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนซึ่งเป็น Passive process จะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้

2. ความรู้ต่างๆจะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ

3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณีและสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

5. การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวความคิดหลักของนักเรียนในลักษณะต่าง

ศศิธร วิทยะสิรินันท์, ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 33) ได้สรุปการเรียนรู้ตามแนวคิดของ “Constructivism” เกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น “active process” ที่เกิดขึ้นเฉพาะบุคคล

2. กระบวนการสร้างความรู้เกิดขึ้นได้โดยบุคคลใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ

3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่บุคคลได้พบเห็น ข้อมูลทั้งหลายเป็นพื้นฐานและสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจมีความแตกต่างจากความเชื่อ และความเชื่อจะมีผลต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

Fetsco and McClure (2005: 146) ได้กล่าวถึง หลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยมไว้ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพเมื่อผู้เรียนเป็นผู้สร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

2. การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพเมื่อคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน

3. การสร้างความรู้ของนักเรียนโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนคนอื่นๆและสิ่งของต่างๆที่

Driver and Bell (1986 cited in Mathews, 1986: 144) ได้สรุปแนวคิดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมไว้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (learning environment) เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน

2. การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างความหมาย ความหมายสร้างขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนได้เห็นและได้ยินอาจจะไม่ใช่ความหมายที่ตั้งใจให้เกิดขึ้นทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์เดิมซึ่งมีอิทธิพลต่อการสร้างความหมาย

3. การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมาย

4. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมา เมื่อถูกประเมินผลอาจจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับ

5. การเรียนรู้เป็นความรับผิดชอบของผู้เรียน

6. ความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจเนื่องมาจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของโลก (physical world) ผ่านการใช้ภาษา

จากหลักการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นการเรียนรู้เชิงรุก (active process)

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยความรู้เดิมจะเกี่ยวเนื่องต่อการเรียนของนักเรียน

3. สิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียม และสิ่งที่พบเห็นในแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเชื่อส่งผลต่อการเรียนรู้

5. การเรียนรู้ควรคำนึงถึงพัฒนาการของทางสติปัญญาของนักเรียน

6. การสร้างความรู้ของนักเรียนจากการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับนักเรียนคนอื่นๆ

แนวการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

Gabler (2003, 16-17) ครูจะต้องยอมรับแนวคิดทางทฤษฎีกระบวนการสอนและวิธีการใหม่ๆ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนทำความเข้าใจประสบการณ์ใหม่โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เก่าด้วยตนเอง ครูจะต้องเข้าใจความคิดเดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นนักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เก่า

2. การจดจำข้อเท็จจริง และการทำแบบทดสอบซ้ำๆ ไม่ได้เป็นวิถีทางในการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก การศึกษาในประเด็นต่างๆต้องมีความยืดหยุ่น

3. การเรียนรู้เป็นสิ่งที่นักเรียนต้องทำ เนื่องจากการเรียนรู้อย่างมีความหมายเกี่ยวเนื่องจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาขึ้นมาใหม่ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อหาข้อสรุปด้วยตนเองและประสบการณ์และการปรับแก้ความไม่สอดคล้องกันกับสติปัญญา เช่น การต่อสู้กับความคิดของตนเอง ครูเป็นผู้จัดการและอำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมทางการเรียนรู้

4. การสอนที่มีประสิทธิภาพเกี่ยวข้องกับความต่อเนื่องในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

5. ความเข้าใจเชิงลึกประกอบด้วยการได้รับความเข้าใจอย่างถ่องแท้โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่เรียนและความรู้ของวิธีการคิดภายในของนักเรียน

6. ข้อมูลที่ได้จากการสรุปเป็นผลมาจากการสอนและหลักสูตร การเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนกับบทเรียนและจากห้องเรียนสู่โลกภายนอก

7. การสะท้อนการปฏิบัติงานของนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนและเสริมสร้างศักยภาพการเป็นครูมืออาชีพ

Parkay and Stanford (2010: 349) กล่าวถึง องค์ประกอบทั่วไปของการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยม ดังต่อไปนี้

1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

2. ครูไม่ใช่ผู้นำเสนอข้อมูลให้กับนักเรียนแต่ตอบสนองต่อความพยายามของนักเรียนในการเรียนรู้ข้อมูลต่างๆ ในขณะที่ทำการสอน ครูจะต้องรู้ว่านักเรียนเรียนรู้อะไร

3. นักเรียนไม่สามารถดูดซึมข้อมูล แต่ใช้ข้อมูลในการสร้างความหมาย

4. ครูสร้างสิ่งแวดล้อมทางสังคมภายในห้องเรียน ให้กลายเป็นชุมชนทางการเรียนรู้ และยินยอมให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตนและการสนทนากับเพื่อนนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถสร้างความหมายและแก้ปัญหาได้

จากการกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ครูต้องตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

2) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และค้นหาข้อสรุปที่ได้จากการเรียนด้วยตนเอง

3) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละบทเรียนและกับโลกภายนอกชั้นเรียน

บทบาทครูตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม

นักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครู ในประเด็นต่างๆต่อไปนี้

Brooks and Brooks (1993: 103-118) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่มีการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยมไว้ 12 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ครูยอมรับว่านักเรียนมีความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยการวิเคราะห์ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ แสดงว่านักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเองและกลายเป็นผู้แก้ปัญหา

2. ครูควรใช้ข้อมูลดิบและแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ มาใช้ในการสอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากผลของการค้นคว้าซึ่งสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง

3. ครูมอบหมายภาระงาน (tasks) ให้นักเรียน ครูควรใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิด เช่น “ให้จำแนก” “ให้วิเคราะห์” และให้ “สร้างสรรค์”

4. ครูยินยอมให้นักเรียนขับเคลื่อนบทเรียนในที่นี้ไม่ได้หมายถึงความสนใจหรือไม่สนใจในบทเรียนของนักเรียนจะทำให้เนื้อหาตามหลักสูตรต้องตัดไป แต่หมายถึงครูสิ่งต่างๆที่ได้จากนักเรียนมาใช้ในบทเรียนทำให้นักเรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียน

5. ครูตรวจสอบความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนที่จะมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

6. ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูและเพื่อนนักเรียน

7. ครูกระตุ้นให้นักเรียนสืบสอบโดยครูใช้คำถามปลายเปิด (open-ended questions) เพื่อให้นักเรียนคิดและกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามกับนักเรียนด้วยกัน

8. ครูพยายามให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเองเพื่อให้นักเรียนแก้ไขความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องด้วยตนเอง

9. ครูกระตุ้นให้นักเรียนโต้แย้งหรือปฏิเสธสมมติฐาน และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้ง เพื่อเกิดพัฒนาการทางปัญญา

10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนในการค้นหาคำตอบหลังจากการถามคำถาม

11. ครูควรจัดเวลาให้เหมาะสมกับการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆด้วยตนเอง

12. ครูควรใส่ใจต่อความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนของนักเรียน

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2541: 10) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในฐานะที่เป็น “นักจูงใจ” “ผู้วินิจฉัย” “ผู้ชี้แนวทาง” “ ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลง” “นักทดลอง” และ “นักวิจัย” ไว้ดังนี้

1) ครูเป็น **“นักจูงใจ”** ครูต้องช่วยให้นักเรียนพิจารณาในสิ่งที่ถูกต้องจากสิ่งเร้าและความหมายที่หลากหลายที่หลากหลายและเป็นไปไม่ได้ของบทเรียนวิทยาศาสตร์ บทบาทของการเป็น

2) ครูเป็น **"ผู้วินิจฉัย"** คือ การค้นหาความคิดที่นักเรียนนำมาใช้ในการเรียนและจัดหาโอกาสในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดและสื่อความหมายความคิดของตนเองออกมาโดยปกติแล้วบทบาทนี้ของครู ครูจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้ฟังที่ดีของนักเรียน

3) ครูเป็น **"ผู้ชี้แนวทาง"** ครูต้องช่วยให้นักเรียนได้สร้างความหมายและคำอธิบายด้วยตนเอง การบอกนักเรียนเพียงอย่างเดียวเป็นการไม่เพียงพอ บทบาทนี้เป็นการช่วยนักเรียนให้พัฒนายุทธวิธีสำหรับกระบวนการสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ โดยชี้ถึงความไม่แน่นอนของความคิดเห็นของนักเรียน ท้าทายนักเรียนให้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด และแสดงให้นักเรียนเห็นถึงว่าที่จุดไหนที่นักเรียนลงข้อสรุปเกินกว่าหรือน้อยกว่าความเป็นจริง บทบาทนี้ยังช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วกับความคิดใหม่เพื่อสร้างความหมายและความเข้าใจใหม่

4) ครูเป็น **" ผู้ที่ชอบเปลี่ยนแปลง"** เป็นผู้สอนที่ชอบจัดหาทรัพยากรรวมทั้งตัวครูเองและจัดหากิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ๆให้กับนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจใหม่ๆ

5) ครูเป็น **"นักทดลอง"** ครูต้องประเมินนักเรียนโดยประเมินอย่างเป็นระบบในสิ่งที่นักเรียนได้ทำ และลองใช้กิจกรรมการเรียนการสอนใหม่ๆ

6) ครูเป็น **"นักวิจัย"** ก็คือให้ครูได้แลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับผลงานวิจัยในชั้นเรียนของตนเองกับครูคนอื่นๆ ในขณะที่ครูช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

Henson and Eller (1999: 366) ได้ทำการเปรียบเทียบบทบาททางการสอนแบบปกติของครูกับบทบาททางการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยมของครู มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงบทบาทครูจากการสอนแบบทั่วไปและบทบาทครูจากการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม

บทบาทครูจากการสอนแบบทั่วไป	**บทบาทครูจากการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม**
บทบาทครู 1. จัดเตรียมข้อมูล 2. ระบุเนื้อหาการสอน 3. ช่วยให้นักเรียนจดจำข้อมูลโดยการอธิบายและยกตัวอย่างที่มีความชัดเจน 4. การสอนบรรยายต้องมีความต่อเนื่องเพื่อความชัดเจน 5. ให้นักเรียนทำงานอย่างเงียบๆ	บทบาทครู 1. ให้นักเรียนค้นหาข้อมูล 2. ให้นักเรียนระบุเนื้อหาที่ตนเองสนใจเพิ่มเติม 3. ช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อมูล 4. การสอนไม่ต้องบรรยายต่อเนื่อง 5. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเองและจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 6. พยายามให้นักเรียนมีความเข้าใจเชิงลึก

บทบาทครูจากการสอนแบบทั่วไป	บทบาทครูจากการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม
6. พยายามถ่ายทอดเนื้อหาทั้งหมดและกำหนดข้อมูลให้มีลักษณะเฉพาะในแต่ละระดับการศึกษา 7. ใช้การขมขู่และการทำโทษเพื่อทำให้เกิดแรงจูงใจ 8. ใช้การแข่งขันภายในห้องเรียนเพื่อทำให้แรงจูงใจ	7. ใช้ความสนใจของนักเรียนแต่ละคนเพื่อทำให้เกิดแรงจูงใจ 8. ใช้การแข่งขันระหว่างชั้นเรียนเพื่อให้เกิดแรงจูงใจ

จากบทบาทการสอนของผู้สอนที่กล่าวมา สรุปได้ ดังนี้

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดและสื่อสิ่งที่ตนเองคิด

2) ตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดเดิมกับความคิดใหม่เพื่อสร้างความหมายและความเข้าใจใหม่

3) แลกเปลี่ยนความรู้กับครูคนอื่น

4) กระตุ้นให้นักเรียนสนใจโดยใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

5) กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

การประเมินผลการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม

Begg (1991 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2541: 10-11) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม ประกอบด้วย ก่อนการเรียน ระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก่อนการเรียนการสอน

1) ความสนใจของนักเรียนคืออะไร

2) ความคิดเห็นเดิมของนักเรียน มโนทัศน์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ก่อนการเรียนการสอนคืออะไร

3) คำถามของนักเรียนที่น่าจะเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมีอะไรบ้าง

4) กิจกรรม (คำถาม) อะไรที่เหมาะสมที่จะตอบคำถามของนักเรียน

ระหว่างการเรียนการสอน

1) คำถามปัจจุบันของนักเรียนคืออะไร

2) กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นคำถามดังกล่าวหรือไม่

3) ความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนคล้ายกับความหมายที่ครูตั้งใจจะให้เกิดขึ้นหรือไม่

4) นักเรียนผสมความคิดเข้าด้วยกันอย่างไร นักเรียนกำลังคิดอะไร

5) นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนที่จะเรียนรู้ เช่น ทักษะการถามคำถาม ทักษะการวางแผน และทักษะการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างไร

หลังการเรียนการสอน

1) ความคิดเห็นของนักเรียนเมื่อจบแล้วคืออะไรและความคิดเห็นนี้ต่างจากความคิดเห็นที่มีก่อนการเรียนการสอนหรือไม่

2) สิ่งที่จะต้องรายงานหรือบันทึกในใบประเมินผลของนักเรียนคืออะไร

การประเมินเกี่ยวกับการเรียนการสอนจะสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้จัดให้กับนักเรียน การประเมินผลเพื่อตัดสินการเรียนควรจะเป็น ดังนี้

1) สิ่งที่ประเมินควรเป็นสถานการณ์การแก้ปัญหาหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

2) ให้นักเรียนใช้ทักษะและความเข้าใจอย่างกว้างๆมากกว่าความรู้ที่เฉพาะซึ่งสามารถหาได้จากหนังสืออ้างอิงอื่นๆ

3) เน้นความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

4) รวมความคิดเห็นและการประเมินผลตนเองของนักเรียนได้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

5) เน้นคำถามที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายมากกว่าคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of multiple intelligences)

โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เป็นผู้พัฒนาทฤษฎีพหุปัญญา (Ong and Borich, 2006: 199) ได้มีการนำเสนอทฤษฎีพหุปัญญาไว้ในหนังสือ Frames of Mind: The Theory of Muliple Intelligences (Gardner, 1983 cited in Barrington, 2004: 422) โดยการ์ดเนอร์ได้ให้คำนิยามของปัญญาว่า หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลิตผลงานตามสภาพที่เป็นจริงอันเป็นประโยชน์ต่อสังคม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ ราเชน มีศรี, 2545: 107) โดยการ์ดเนอร์บอกว่า

ปัญญา น่าจะเกี่ยวกับความสามารถใน 1) การแก้ปัญหา และการออกแบบผลผลิตที่ทันสมัยในสถานการณ์ธรรมชาติ (อารี สัณหฉวี, 2542: 2)

การ์ดเนอร์ (Gardner 1997 cited in Stanford 2003: 81) ได้แบ่งปัญญา ออกเป็น 9 ด้าน ดังนี้

1. ปัญญาด้านภาษา (verbal/ linguistic intelligence) คือ ความสามารถในการใช้ภาษา การอ่าน การเขียน การคิดเชิงสัญลักษณ์

2. ปัญญาด้านการคิดและคณิตศาสตร์ (logical/ mathematical intelligence) คือ ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล และการคิดเชิงนามธรรม เช่น จำนวน (numbers)

3. ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (visual/ spatial intelligence) คือ ความสามารถในการสร้างภาพตำแหน่ง พื้นที่ รูปร่าง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง

4. ปัญญาด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย (bodily/ kinesthetic intelligence) คือ ความสามารถในการใช้ร่างกายเพื่อแสดงอารมณ์ การสร้างงานจากร่างกาย เช่น การเต้นรำ

5. ปัญญาด้านดนตรี (musical/ rhythmic intelligence) คือ ความสามารถในการแสดงออกถึงรูปแบบของดนตรี และการแสดงความรู้สึกเกี่ยวกับระดับเสียงของเพลง เสียงจากสภาพแวดล้อม เสียงจากมนุษย์และเสียงจากดนตรี

6. ปัญญาด้านการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (interpersonal intelligence) คือ ความสามารถในการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น การเข้าใจผู้อื่นและความสามรถในการอยู่ร่วมกันในชุมชน

7. ปัญญาด้านรู้จักตนเอง (intrapersonal intelligence) คือ ปัญญาด้านรู้จักตนเอง เช่น การรู้ความรู้สึกของตนเอง การควบคุมตนเอง

8. ปัญญาด้านธรรมชาติ (naturalist intelligence) คือ ความสามารถในการเข้าใจแบบแผนทางธรรมชาติ การเข้าใจในระบบธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นมาในธรรมชาติ

9. ความสามารถในการดำรงอยู่ (existential intelligence) คือ ความสามารถในการตอบสนองต่อการดำรงอยู่ได้ในทุกวิถีทาง

ผังความคิด

ผังความคิดได้พัฒนาขึ้นมาเป็นครั้งแรกโดย Tony Buzan ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาและผู้วิจัยทางด้านสมอง (Brinkman, 2003: 36) ได้ให้คำจำกัดความของผังความคิดเป็นการแสดงออกของความคิดรอบทิศทาง (radiant thinking) และเป็นการทำงานตามธรรมชาติของความคิดมนุษย์ และเป็นเทคนิคการแสดงออกด้วยภาพที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกุญแจที่นำไปใช้เปิดศักยภาพของสมอง ผังความคิดสามารถนำไปประยุกต์ได้ในทุกแง่มุมของชีวิต ในส่วนที่จะ

พัฒนาการเรียนรู้และความคิดให้มีความชัดเจนเพื่อนำไปสู่การดำเนินงานด้านต่างๆของมนุษย์ (Buzan and Buzan, 2000: 55)

ผังความคิดเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดระบบความรู้เป็นเครือข่าย ลักษณะของผังความคิดไม่ได้เป็นแบบเชิงเส้นจะประกอบไปด้วยคำและสัญลักษณ์ (Dhindsa, Kasim, and Anderson, 2010: 187) และเทคนิคผังความคิด เป็นการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการทำงานของสมองในการติดต่อ จัดการ รวบรวม บันทึก เชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันโดยเริ่มด้วยความคิดหลัก ที่จุดกึ่งกลางแล้วแตกสาขาแยกย่อยออกไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละบุคคล (Buzan, 1991: 93)

ลักษณะสำคัญของผังความคิด

โดย Buzan (2000: 55) ได้สรุปลักษณะเฉพาะของผังความคิด ไว้ 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. หัวเรื่องที่สนใจซึ่งผ่านการกลั่นกรองจนตกผลึกจนเป็นภาพตรงกลาง

2. ประเด็นสำคัญของหัวเรื่องจะแผ่กระจายเป็นรัศมีออกมาเป็นกิ่งก้านจากภาพตรงกลาง

3. กิ่งก้านที่แตกแขนงออกมาแต่ละกิ่งจะประกอบไปด้วยภาพหรือคำสำคัญ โดยมีเส้นเชื่อมโยงออกมารอบๆ ปรากฏบนกิ่งก้านที่แตกแขนงในลำดับต่อไป

4. กิ่งก้านต่างๆจะเชื่อมโยงต่อกันเป็นโครงสร้าง

เกณฑ์การสร้างผังความคิด

Buzan (1997: 97-105) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การสร้างผังความคิดโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ใช้การเน้น (use emphasis) ผู้สร้างผังความคิดใช้การเน้นความสำคัญของความคิดในผังโดยมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1) ใช้ภาพตรงกลางและใช้สีตั้งแต่ 3 สีขึ้นไป

2) การใช้ภาพและคำที่มีมิติแตกต่างกัน

3) การใช้คำหรือภาพที่สามารถรับรู้และเข้าใจได้ง่าย

4) การใช้คำ เส้น และรูปภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน

5) การเว้นระยะระหว่างองค์ประกอบต่างๆของผังที่เหมาะสม

2. ใช้การเชื่อมโยงสัมพันธ์ (use association) ในการสร้างผังความคิดต้องใช้การเชื่อมโยงความคิดที่ผู้สร้างสามารถถ่ายทอดออกมาด้วยการใช้เทคนิคต่างๆ ดังนี้

1) การใช้ลูกศรเมื่อต้องการเชื่อมโยงความคิด ภายในความคิดหลักเดียวกันหรือระหว่างความคิดหลักแต่ละความคิด

2) การใช้สีเดียวกันในการแสดงความเชื่อมโยงของความคิด

3) การใช้รหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆในการแสดงความเชื่อมโยงความคิด

3. มีความชัดเจน (be clear) ผังความคิดต้องมีความชัดเจนในประเด็น ดังนี้

1) ใช้คำในการแสดงความคิดเพียง 1 คำต่อเส้น 1 เส้นเท่านั้น

2) เขียนคำทุกคำที่เป็นการแสดงถึงความคิดของผู้สร้างผังลงบนผังความคิด โดยคำที่ใช้สั้น กะทัดรัด และตำแหน่งบนผังแสดงถึงความสำคัญ

3) เขียนคำเหนือเส้น

4) ลากเส้นให้มีความยาวเท่ากับความยาวของคำ

5) ลากเส้นหลักเพื่อเชื่อมโยงภาพตรงกลางกับความคิดหลัก

6) แสดงความเชื่อมโยงเส้นแต่ละเส้นกับเส้นอื่นๆ

7) ลากเส้นหลักให้หนากว่าเส้นอื่นๆ

8) สร้างผังความคิดลักษณะรวมเป็นหนึ่งเดียวไม่ขาดตอนจากกัน

9) วาดภาพให้ชัดเจนที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

10) พยายามวางกระดาษในการสร้างผังให้อยู่ในแนวนอ

11) เขียนคำไม่ให้กลับหัว

4. สร้างหรือพัฒนารูปแบบส่วนตัว (personal style) ในการสร้างผังให้มีลักษณะตามความต้องการของตนเองนั้นย่อมทำได้แต่ยังต้องรักษากฎเกณฑ์ของการสร้างผังความคิดด้วยซึ่งในการพัฒนารูปแบบของแผนที่ความคิดให้เป็นรูปแบบของตนเองนั้นจะเป็นผลทำให้จดจำข้อมูลในผังความคิดได้ง่ายยิ่งขึ้น

นอกจากการเทคนิคต่างๆ ช่วยให้ผังความคิดมีประสิทธิภาพแล้วยังต้องใช้การวางรูปแบบของผังที่ดี ดังนี้

1. การใช้การเรียงลำดับขั้นองความคิด (use hierarchy) ในการสร้างผังความคิดต้องมีการเรียงลำดับการคิดก่อนและหลังในเรื่องต่างๆ

2. การใช้การเรียงลำดับเกี่ยวกับตัวเลข (use numerical order) การสร้างผังความคิดในงานบางอย่าง เช่น การพูด การเรียงความ และการตอบแบบข้อสอบ ต้องมีลำดับขั้นในการเขียนหรือการพูด ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ที่จะอ้างถึงขั้นตอนได้เป็นอย่างดี

การเขียน ผังความคิด

Buzan (2005: 17-18) การเขียนผังความคิด มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เริ่มจากกลางหน้ากระดาษเปล่าและวางกระดาษตามแนวนอน เพราะการเริ่มต้นจากกลางหน้ากระดาษทำให้สมองมีอิสระในการกระจายความคิดออกไปในทุกทิศทุกทาง และการเป็นการแสดงความคิดเห็นได้อย่างมีอิสระและเป็นไปตามธรรมชาติ

2. ใช้ภาพหรือสัญลักษณ์แทนความคิดที่เป็นศูนย์กลางของหัวข้อที่ศึกษา เพราะภาพหนึ่งภาพมีคุณค่าแทนคำนับพันคำและช่วยให้ใช้จินตนาการได้ ซึ่งภาพที่ศูนย์กลางเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความน่าสนใจและมุ่งไปยังประเด็นที่สนใจศึกษา

3. ใช้สีทั่วแผ่นกระดาษ เพราะสีช่วยกระตุ้นสมองเช่นเดียวกับภาพ การเพิ่มเติมสีที่หลากหลายทำให้มีชีวิตชีวาสำหรับทำผังความคิด ทั้งยังช่วยเพิ่มพลังความคิดสร้างสรรค์ และเพลิดเพลิน

4. เชื่อมโยงกิ่งก้านหลักที่เป็นประเด็นสำคัญกับภาพที่อยู่ตรงกลาง และเชื่อมโยงความคิดย่อยๆที่แตกแขนงต่อออกมาจากกิ่งก้านลำดับที่ 2และกิ่งก้านลำดับที่ 3 ตามลำดับ เนื่องจากสมองทำงานด้วยการเชื่อมโยงความคิดสิ่งต่างๆเข้าด้วยกัน เมื่อเชื่อมโยงกิ่งก้านต่างๆเข้าด้วยกัน จะทำให้เข้าใจและจดจำได้ง่ายขึ้น

5. วาดกิ่งก้านเป็นเส้นโค้งแทนที่จะเป็นเส้นตรง เพราะสมองของมนุษย์เบื่อเส้นตรง เส้นโค้งที่เป็นองค์ประกอบของกิ่งก้าน ทำให้ดูเหมือนเป็นกิ่งก้านของต้นไม้ ทั้งยังช่วยดึงดูดสายตาและต้องตาต้องใจมากขึ้น

6. ใช้คำสำคัญหนึ่งคำต่อเส้น เพราะคำสำคัญเพียงคำเดียว ทำให้ผังความคิด มีพลังและมีความยืดหยุ่น

7. ใช้ภาพให้ทั่วกระดาษ เพราะแต่ละภาพก็เหมือนกับภาพที่อยู่ตรงกลางที่มีคุณค่าเท่ากับคำเป็นพันคำ ดังนั้นถ้ามี 10 ภาพ ในผังความคิดก็เท่ากับการบันทึกคำนับหมื่นคำ

เกณฑ์ในการให้คะแนน ผังความคิด

Buzan (2000: 187) ได้กล่าวถึง เกณฑ์ในการให้คะแนนผังความคิด ไว้ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

ความกว้าง (ครอบคลุมทฤษฎีหรือมโนทัศน์)	5 คะแนน
ความลึก (ครอบคลุมในรายละเอียดในแต่ละประเด็นที่ทำการศึกษา	5 คะแนน
2. ครอบคลุมความคิดของตนเอง	4 คะแนน

3. การใช้กลวิธีของผังความคิด

สี	2 คะแนน
ภาพ/สัญลักษณ์	2คะแนน
ลูกศร	2 คะแนน

3.3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนของการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การกระตุ้นความรู้เดิม **(prior knowledge activation)** เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจากผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่	1. ใช้คำถาม/สถานการณ์/กิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2. นำอภิปรายเพื่อทบทวน และตรวจสอบผังความคิดที่มอบหมายให้	1. ตอบคำถาม 2. ตั้งคำถามในประเด็นที่สงสัยในสิ่งที่เรียนผ่านมา 2. ร่วมมือกับครูในการทบทวน และตรวจสอบผังความคิดที่มอบหมายให้ เพื่อสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อที่ศึกษา 3. แสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะเรียน
2. การสอนเนื้อหาใหม่ **(new content teaching)** เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลอง กิจกรรม หรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม	1. สังเกตและฟังสิ่งที่นักเรียนพูด 2.ให้เวลานักเรียนในการทำกิจกรรม 3. นำนักเรียนสรุปสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม 4. ให้คำจำกัดความ คำอธิบายและคำสำคัญต่างๆอีกครั้งเพื่อนำไปใช้ในการเขียนผังความคิด	1. ตั้งคำถามในประเด็นที่สงสัย 2.ค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรม 3.บันทึกการสังเกต 4. นำเสนอผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม 5.ฟังและทำความเข้าใจในคำอธิบายของครู 6. บันทึกคำสำคัญต่างๆเพื่อนำไปใช้ในการเขียนผังความคิด

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. การทำงานและแก้ไขปรับปรุง **(class work and revision)** เป็นขั้นวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียนผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุงเพิ่มเติม ผังความคิดรายบุคคลเป็นการบ้าน	1. กระตุ้นให้แต่ละกลุ่มให้ทำงานและตรวจสอบความเป็นระเบียบในการทำงาน 2. นำอภิปรายในการทำ ผังความคิด เป็นกลุ่ม 3. นำเสนอผังความคิดของครู เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบผังความคิด ของกลุ่ม	1. วิเคราะห์ ระบุคำสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการเขียนผังความคิด 2. อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อวางแผนร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อเขียนผังความคิด 3. ตรวจสอบผังความคิดของกลุ่มกับผังความคิดของครู 4. ปรับปรุงและแก้ไขผังความคิดของกลุ่ม
4. การทำการบ้าน **(home work)** เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียน ผังความคิด รายบุคคลเป็นการบ้าน	1. มอบหมายให้เขียนผังความคิดในเรื่องที่เรียนเป็นการบ้าน	1. ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นการบ้าน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ผังความคิด คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์

Siriban and Tayraukham (2009) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น (7E) ร่วมกับ KWL เพื่อศึกษาความสามารในการวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางการเรียน ในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 154 คน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

Shavelson (1974) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเนื้อหา (content structure) กับโครงสร้างทางปัญญาในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 28 คน กลุ่มควบคุม 12 คน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 5 วัน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลอง (1) หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญาระหว่างการเรียนการสอน (3) หลังการทดลองนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สำคัญเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการเรียนการสอน (4) หลังการทดลองนักเรียนมีความสอดคล้องหรือความใกล้เคียงกันระหว่างโครงสร้างทางปัญญากับโครงสร้างบทเรียนมากกว่าก่อนการสอน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

Hung และ Tsai (2002) ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบวิธีการที่นำมาใช้เป็นตัวแทนโครงสร้างทางปัญญาซึ่งในที่นี้มี 5 วิธี ก็คือ การทดสอบความสัมพันธ์ของคำแบบอิสระ การทดสอบความสัมพันธ์ของคำแบบควบคุม การสร้างผังต้นไม้ และแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล ซึ่งจากการวิจัยพบว่าแผนที่แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่นำมาใช้เป็นตัวแทนของโครงสร้างทางปัญญา

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านวังกะทะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 จำนวน 26 คน ซึ่งได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ โดยใช้แบบการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t – test dependent sample ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้1) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการคิด

วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

วนิดา สุขสมโชค (2552) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิดที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิดมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าเกินเกณฑ์ที่กำหนด

เทียนทอง ดีรักษา (2553) การพัฒนาความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุกรรม โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยมของ Underhill กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษีสรรคนิยมของ Underhill มีคะแนนด้านความสามารถในการวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่สอนด้วยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลองด้วยแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

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

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลองด้านคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

~X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลองด้านคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา และความสามารถในการวิเคราะห์

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสภาราชินี 2 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรัง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) ได้โรงเรียนสภาราชินี 2 อำเภอเมือง จังหวัดตรัง เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโรงเรียน มีดังนี้

1) เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นรูปแบบสหศึกษาที่มีขนาดใหญ่ในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย

2) มีจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพียงพอที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) เป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนสภาราชินี 2 จังหวัดตรัง โดยใช้วิการเลือกแบบหลายขั้นตอน มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1) เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โปรแกรมการเรียนวิทยาสาสตร์- คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่างๆไม่แตกต่างจากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผู้อำนวยการโรงเรียนและอาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ซึ่งมีจำนวน 4 ห้องเรียน จากนั้นดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1) นำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งมีคะแนนรวม 100 คะแนน ของนักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียนมาทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบ (F-test) ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียน 4 ห้องเรียน

ห้องเรียน	$\bar{X}$	S.D.	F
5/1	71.29	4.63	21.82*
5/2	68.17	4.41	
5/3	62.25	5.03	
5/4	63.62	8.29	

$P^{*} < 0.05$ (two – tailed in dependent F-test)

จากตารางที่ 3 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

1.2) ทำการทดสอบภายหลัง (post hoc test) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของแต่ละห้องเรียน โดยการเปรียบเทียบรายคู่

(pairwise comparisons) ใช้ทดสอบสถิติของ Bonferroni เนื่องจากความแปรปรวนของกลุ่มเท่ากัน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายคู่ของนักเรียน

ห้องเรียน	$\bar{X}$	ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายคู่			
		5/1	**5/2**	**5/3**	**5/4**
5/1	71.29	-	2.91	9.04*	7.67*
5/2	68.17	-	-	6.13*	4.76*
5/3	62.25	-	-	-	-1.3690
5/4	63.62	-	-	-	

จากตารางที่ 4 แสดงว่าห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ไม่แตกต่างกันมี 2 คู่ คือ ห้อง 5/1 กับ5/2 และห้อง 5/3 กับ5/4

2) เลือกห้องเรียนคู่ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลากผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3) เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลากผลปรากฏว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 42 คน เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

1.1 แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

1.2 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นเสียง มี 2 แบบ ดังต่อไปนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

รายละเอียดของขั้นตอนในการดำเนินการพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 แบบ คือ แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือแต่ละแบบ ดังนี้

1.1 แบบวัดคุณภาพโครงสร้างทางปัญญา

แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 22 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาหนังสือตำราและเอกสารที่แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสร้างแบบวัดคุณภาพโครงสร้างทางปัญญา

2) กำหนดเนื้อหาเรื่องคลื่นเสียงที่ต้องการวัดดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบในแบบวัดคุณภาพโครงสร้างทางปัญญา เรื่อง คลื่นเสียง

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนข้อ
1.	การเกิดเสียง	3
2	สมบัติของเสียง	6
3	อัตราเร็วของเสียง	1
4	การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง	1
5	ความเข้มเสียงและการได้ยิน	3
6	เสียงดนตรี	3
7	การบีตและคลื่นนิ่งของเสียง	2
8	ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	2
9	การประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง	1
	รวม	22

3) สร้างแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 22 ข้อ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4) นำแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิและปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ (รายนามดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป โดยรายละเอียดปรากฏในภาคผนวกในตารางที่ 13 โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะ สรุปได้ดังนี้

4.1) ปรับปรุงและแก้ไขภาษาที่เขียนคำถามให้มีความหมายและสื่อความ

5) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาไปทดลองใช้

6) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสภาราชินี 2 จำนวน 42 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

7) นำแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่พิจารณาผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 ข้อ มาใช้จริง

1.2 แบบสอบความสามารถในการวิเคราะห์

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้วัดความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลัง มีขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหนังสือและเอกสาร เกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

3) กำหนดโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการ

วิเคราะห์หลักการ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6 และกำหนดน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบให้เท่ากัน คือ ร้อยละ 33.3

ตารางที่ 6 องค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการวิเคราะห์

องค์ประกอบที่วัด	**นิยามเชิงปฏิบัติการณ์**
การวิเคราะห์หน่วยย่อย	ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งต่างๆออกเป็นส่วนย่อยๆ
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสิ่งต่างๆ
การวิเคราะห์หลักการ	ความสามารถในการหาวัตถุประสงค์ ทัศนคติ ของผู้เขียน

4) ดำเนินการสร้างแบบวัดเป็นแบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเขียนข้อคำถามให้สอดคล้องตรงตามโครงสร้างของการวัดโดยคัดเลือกเนื้อหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการอ้างอิงการตอบเป็นสาระที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอน จำนวน 5 สถานการณ์ แล้วเขียนข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวง ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ รวมเป็น 15 ข้อ สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

5) นำแบบวัดที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแบบวัดฉบับที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป โดยรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ตารางที่15 รวมถึงความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวง และความถูกต้อง เหมาะสมของภาษาจากนั้นจึงนำคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิไว้ ดังนี้

6.1) การใช้ภาษา มีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ ส่วนแรก ปรับเป็นข้อความที่ 1 และส่วนสอง ปรับเป็นข้อความที่ 2 และข้อคำถาม ให้นักเรียนอ่านข้อความด้านล่างแล้วตอบคำถาม ปรับเป็น ให้นักเรียนอ่านบทความด้านล่างแล้วตอบคำถาม

6.2) การใช้ตัวลวงมีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ ความก้ำกึ่งระหว่างตัวลวงและตัวเลือกที่ถูกต้อง ต้องปรับแก้ไขให้มีความชัดเจน

7) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไปทดลองใช้

8) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนจำนวน 42 คน ซึ่งไม่ได้เป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องคลื่นเสียง ซึ่งมี 2 แบบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวีการสอนแบบทั่วไป สำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบครอบคลุมเนื้อหาสาระ จำนวนแผน จำนวนคาบเรียนที่เท่ากัน โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ ผังความคิดเชิงทัศน์ และการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป รวมถึงศึกษาวิเคราะห์สาระวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่องคลื่นเสียง โดยเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2)จัดสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่วิเคราะห์จำนวน 23 คาบ รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 หัวข้อเรื่องและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องคลื่นเสียง

แผนลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1.	การเกิดเสียง	2
2	สมบัติของเสียง	4
3	อัตราเร็วของเสียง	1
4	การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง	1
5	ความเข้มเสียงและการได้ยิน	4
6	เสียงดนตรี	4
7	การบีตและคลื่นนิ่งของเสียง	3
8	ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก	2
9	การประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง	2
	รวม	23

3)ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป ซึ่งมีรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองแบบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์และวิธีการสอนแบบทั่วไป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์	**วิธีการสอนแบบทั่วไป**
ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (prior knowledge activation) เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจาก ผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่	**ขั้นที่ 1 ขั้นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัย ใคร่รู้ในประเด็นปัญหาต่างๆโดยใช้คำถามหรือการใช้สื่อต่างๆ
ขั้นที่ 2 การสอนเนื้อหาใหม่ (new content teaching) เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลอง กิจกรรม หรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม	**ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมระหว่างการเรียนการสอน** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาคำตอบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง
ขั้นที่ 3 การทำงานและแก้ไขปรับปรุง (class work and revision) เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียน ผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุง เพิ่มเติม ผังความคิด รายบุคคลเป็นการบ้าน	**ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมหลังการเรียนการสอน** เป็นขั้นที่ครูนำอภิปรายนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 4 การทำการบ้าน (home work) เป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียน ผังความคิดเป็นรายบุคคล	

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และสื่อการเรียนรู้ รวมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณารายละเอียดเช่นเดียวดับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ซึงได้รับคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

5.1) ด้านภาษา

5.1.1) เขียนภาษาให้กระชับ สื่อความได้ และถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่น บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบและเป็นไปตามทดลอง ปรับเป็น บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้องตามความเป็นจริงตามผลการสังเกต

5.1.2) ควรตั้งคำถามให้มีความชัดเจน ตรงประเด็น และเป็นลำดับ เพื่อนำไปสู่สิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ

5.2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

5.2.1) ควรกำหนดเรื่องที่จะให้นักเรียนฝึกเขียน ผังความคิด ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเดิมอยู่พอที่จะให้นักเรียนเขียนได้

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาอีกครั้ง จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสภาราชินี 2 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองในการวิจัยครั้งนี้

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

1) ทำการทดสอบคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาก่อนการทดลองกับกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

2) ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์และดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ซึ่งการสอนทั้งสองกลุ่มใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากัน คือ จำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 23 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

3) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนแล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ฉบับเดิม

4) นำคะแนนก่อนเรียนที่ได้จากแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา และคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์และแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญามาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ จากนั้นดำเนินการ ดังนี้

1) นำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์ มาเทียบเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และเทียบกับเกณฑ์การประเมินของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา เกณฑ์การประเมินการคิด วิเคราะห์ ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้กำหนดช่วงคะแนนที่แสดงความสามารถระดับดีถึงดีเยี่ยมคือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553: 17) เพื่อแปลระดับความสามารถในการวิเคราะห์ ดังนี้

ช่วงคะแนน	ความหมาย	ช่วงคะแนน	ความหมาย
80-100	ดีเยี่ยม	60-64	ปานกลาง
75-79	ดีมาก	55-59	พอใช้
70-74	ดี	50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
65-69	ค่อนข้างดี	0-49	ต่ำกว่าเกณฑ์

2) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) แบบมีทิศทาง ดังนี้

2.1) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลอง

2.2) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

2.3) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย โดยมีรายละเอียดแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บคะแนนคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา โดยใช้แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจัดสอบกับกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และหลังการทดลองกับกลุ่มควบคุม จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) แบบมีทิศทาง ผลการวิเคราะห์ ดังปรากฏตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	$\overline{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	9.29	1.19	-9.76*
หลังเรียน	14.21	2.56	

*P‹.05 (one tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 9 พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	14.21	2.56	5.85*
กลุ่มควบคุม	10.69	3.01	

*P‹.05 (one tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 10 พบว่า ภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารในการวิเคราะห์

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}_{ร้อยละ}$
กลุ่มทดลอง	10.79	1.42	71.93
กลุ่มควบคุม	7.76	1.40	51.73

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์เท่ากับ 10.79 และ 71.93 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	**S.D**	**t**
กลุ่มทดลอง	10.79	1.42	10.00*
กลุ่มควบคุม	7.76	1.40	

*P<.05 (one tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 12 พบว่า ภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสภาราชินี 2 จังหวัดตรัง ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ และกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ รวม 23 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา และหลังการทดลองด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยนำเสนอได้ ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ร้อยละ 71.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประเด็นหลักสำหรับการอภิปราย 2 ประเด็นดังนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ ที่มีต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 2 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dhindsa, Kasim, and Anderson (2010) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกระตุ้นความรู้เดิม 2) การสอนเนื้อหาใหม่ 3) การทำงานและแก้ไขปรับปรุง 4) การทำการบ้าน มีขั้นตอนที่เป็น จุดสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา ดังนี้

ในขั้นการกระตุ้นความรู้เดิม เป็นขั้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนและทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วจากผังความคิดที่มอบหมาย และกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนใหม่ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu and Tsai (2005: 116) ที่สรุปได้ว่า การทบทวนความรู้เดิมทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hammer (1996: 99-100) ที่สรุปว่า การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้สามารถปรับความรู้เดิมของนักเรียนให้สอดคล้องกับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

ขั้นการสอนเนื้อหาใหม่เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากการศึกษาค้นคว้า การทดลองกิจกรรมหรือสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่ครูจัดเตรียม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Martin et

al (1994: 43) ที่สรุปว่า การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้น

ขั้นการทำงานและแก้ไขปรับปรุง เป็นขั้นวิเคราะห์ ระบุคำสำคัญ แล้วนำคำสำคัญมาเขียนผังความคิดเป็นกลุ่ม และนักเรียนปรับปรุงเพิ่มเติมผังความคิดรายบุคคลเป็นการบ้าน สอดคล้องกับแนวคิดของ Dhindsa Kasim and Anderson (2010: 193-194) ที่สรุปว่า การที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกัน วางแผนร่วมกัน โดยนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น เพื่อสร้างผังความคิดของกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

ขั้นการทำงานเป็นขั้นที่มอบหมายให้นักเรียนปรับปรุงการเขียนผังความคิดรายบุคคลเป็นการบ้านสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fun and Maskat (2010: 242) ที่สรุปว่า นักเรียนสามารถสร้างความหมายจากสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเองออกมาในรูปแบบของการเขียนผังความคิดของนักเรียนแต่ละคน

จากขั้นตอนที่เป็นจุดสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ ดังกล่าวข้างต้น จึงมีผลทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมติฐานที่ตั้งไว้

2. **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์**

ผลการวิจัยสรุปว่า ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ร้อยละ 71.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 3 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ 4 อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

จากผลการวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกระตุ้นความรู้เดิม 2) การสอนเนื้อหาใหม่ 3) การทำงานและแก้ไขปรับปรุง 4) การทำการบ้าน โดยแต่ละขั้นตอนจะมีการนำผังความคิดซึ่งเป็นกราฟิกมาใช้ในการสอน ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจจากกระบวนการเขียนผังความคิด (Willis and Miertschin, 2006: 268, Wen-Cheng, 2010: 234) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Long and Carlson (2011: 2) สรุปได้ว่าการใช้ผังความคิดแสดงให้เห็นภาพทางความคิดของนักเรียนและทำให้เกิดความคงทนของข้อมูล สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 126) สรุปได้ว่า การใช้ผังความคิด

ซึ่งเป็นกราฟิกเป็นการพัฒนาผู้เรียนในการวิเคราะห์และช่วยให้นักเรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย (Multiple intelligence)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์สามารถพัฒนาคุณภาพของคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญาและความสามารถในการวิเคราะห์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

ครูผู้สอนที่สนใจนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์ควรทำการศึกษาขั้นตอนการสอน บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมทางการเรียนที่น่าสนใจ คือ มีความเพลิดเพลินในการเรียน ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมทางการเรียน และมีการแบ่งงานการทำในการทำงานกลุ่ม และตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะทำงานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สสวท. (2540). การเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism. **วารสาร สสวท** 25, 96 (มกราคม-มีนาคม 2540): 11.

ฆนัท ธาตุทอง.(2554). สอนคิด: การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. (2553). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 ฉบับที่ 6 - ค่าสถิติตามระดับโรงเรียนแยกตามรายวิชา**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http:// www. niets.or.th/SbjStatbySchool_2553_M6_1092012005.pdf [2556, ตุลาคม 1]

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. (2554). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554 ฉบับที่ 6 - ค่าสถิติตามระดับโรงเรียนแยกตามรายวิชา**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http:// www. niets.or.th/SbjStatbySchool_2553_M6_1092012005.pdf [2556, ตุลาคม 1]

ทิศนา แขมมณี. (2553). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**.พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2545). กระบวนการเรียนรู้. ใน ทิศนา แขมมณี, พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และชนาธิป พรกุล,กระบวนการเรียนรู้ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหาข้องใจ, หน้า 1-55, กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ

เทียนทอง ดีรักษา (2553). **การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่องพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยมของ Underhill** .วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสาท อิศรปรีดา (2549). **สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). Constructivism กับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. ใน สุจินต์ วิศวธีรานนท์, **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 2** , หน้า 35-46, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. ใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ ราเชน มีศรี, **พหุปัญญา: แนวคิดและกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา**, หน้า 107-125, กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. ใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ , **การสื่อสารด้วยผังกราฟิก**, หน้า 107-125, กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยว์ ยินดีสุข. (2548). **ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**.กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไพฑูรณ์ สินสารัตน์ และคณะ. (2556). วิกฤตการศึกษาไทย: ทางออกที่รอการแก้ไข ปัญหาการศึกษาไทยในด้านต่างๆทางออกของการแก้ปัญหา. ใน ปิยนุช เปี่ยมวิริยวงศ์, **หลักสูตรย่ำ คุณภาพแย่: ถึงเวลาแก้วิกฤตเป็นโอกาส**, หน้า 35-46, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ศึกษาธิการ,กระทรวง.(2551).**ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

ราชบัณฑิต.(2551).**พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.**กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

วนิดา สุขสมโสด (2552). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ความสามารถด้านการวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) กับการเรียนรู้ตามปกติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณทิพา รอดแรงค้า.(2541).ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism).**วารสาร สสวท 26**, 101 (เมษายน-มิถุนายน 2541): 7-12

ศศิธร วิทยะสิรินันท์ ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์.(2544) ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับการคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก ในทิศนา แขมมณี และคณะ, **วิทยาการด้านการคิด**, หน้า 26-71, กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.(2545).**พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**.กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2552). **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสรัจ หงส์ลดารมณ์. (2545). **วิทยาศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมไทย**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไสว ฟักขาว.(2542).**การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**.กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ผังมโนมติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

อาร์มสตรอง, โธมัส.(2542). พหุปัญญาในห้องเรียน: วิธีการสอนเพื่อพัฒนาปัญญาหลายด้าน (Multiple Intelligence in the Classroom). (อารี,แปล). กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, R.O., and Demetrius, J.O. (1993). A Flow-Map Method of Representing Cognitive Structure Based on Respondent's Narrative Using Science Content. **Journal of Research in Science Teaching** 30(8): 953-969

Bank, A.J.(1985). **Teaching strategies for the social studies: inquiry, valuing and decision-making**. 3rd ed. New York: Longman.

Biehler, R.F. and Snowman, J. (1993). **Psychology applied to teaching**. 7th ed. Boston: Houghton Mifflin

Bloom, B. S. (1961).**Taxonomy of Educational Objective Book I: Cognitive Domain**. New York: David Mckay Company, Inc.

Bodner GM (1986) Constructivism: a theory of knowledge. **Journal of Chemical Education** 63:873–878

Borich, G. D. and Tombari, M. L. (1995). **Educational psychology: a contemporary approach**. New York: HarperCollins College Publishers.

Brinkmann, A. (2003). Graphical knowledge Display- Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education. **Mathematics Education Review**, 16: 35-48

Brooks, J.G., and Brooks,M. (1999). In search of understanding: The Case for Constructivist Classrooms. Virginia: ASCD.

Buzan, T. (1991). **Use both side of your brain**. NewYork: Penquin Group.

Buzan, T. and Buzan, B. (1997). **The Mind Map Book: Radiant Thinking**. London: BBC Books.

Buzan, T. and Buzan, B. (2000). **The mind map book**. London: BBC.

Buzan, T. (2005). **The ultimate book of mind maps: unlock your creativity, boost your memory, change your life**. London: Thorsons.

Bynes, P. J. (1996). Cognitive development and learning instructional contexts. Boston: Allyn and Bacon.

Clark, L. H. (1970). **Strategies and tactics in secondary school teaching**. London: Colllier-Macmillan.

Dhindsa HS., Makarimi-Kasim., Anderson, R O. (2010). Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students Cognitive Structures. **Journal of Science Education and Technology** 20:186-200

Elliott, S.T., Kratochwill, T. R., Cook, J. L., and Travers, J. F. (2000). **Educational psychology: effective teaching, effective learning**. 3rd ed. Boston: Mc Graw-Hill.

Fetsco, T., and McClure, J. (2005). **Educational psychology: an integrated approach to classroom**. Boston: Allyn and Bacon

Fosnot, C.T. (1996). **Constructivism: Theory, perspectives, and practice**. New York: Teachers College Press.

Fun, C. S. and Maskat, N. (2010). Teacher-Centered Mind mapping vs Student –centered Mind Mapping in the Teaching of Accounting at Pre-U level –An Action Research. **Procedia Social and Behavioral Sciences** 7(C): 240-246

Gabler, I.D. (2003). Constructivist methods for the secondary classroom: engaged minds.Boston: Allyn and Bacon.

Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Prims: How May Alternative Perspectives of Cognitive Structure Influence Instructional Perceptions and Intentions? **THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES**, 5(2): 97-127

Hauslein,P.L. (1992). Biology Content Cognitive Structure: From Science Student to Science Teacher. **Journal of Research in Science Teaching**, 29, 9: 939-964

Henson, K.T. and Eller, B. F. (1999). **Educational psychology for effective teaching**. Belmont: Wadsorth Pub. Co.

Jordan, E. A. and Porath, M. J. (2006). **Educational psychology: problem-based approach**. Pearson international ed. Boston: Peason.

Kibler, J. R, Barder, L. L and Miles D. T. (1970). **Behavioral objectives and instruction**. Boston: Allyn and Bacon.

Krause, K., Bochner, S., and Duchesne S. (2003). **Educational psychology for learning and teaching**. South Melbourne: Thomson Learning

Linn, L. R., and Gronlund E. N. (1995).**Measurement and assessment in teaching**. 7th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-hall.

Long, D. and Carlson, D. (2011). Mind the Map : How Thinking Maps Affect Student Achievement. **Networks** 13 (2): 1-7

Lorber, M. (1996).**A objectives and Evaluation for secondary Teaching**. IIIicnis State University.

Martin, R.E. Jr, Serton, C., Wagner, K. and Gerlovich , J. (1994). **Teaching science for all children**. Massachusett: Allyn and Bacon.

Mattews, Michal R,. (1994). **Science Teaching. The role of history and philosophy of Science**. New York: Routledge.

McCormick, B. C., and Pressley, M. (1997).**Educational psychology: Learning, instruction assessment**. New York: longman.

Moore, K.D. (2009). **Effective instructional strategies: from theory to practice**. 2nd ed. Thousan Ooks: Sage Pub.

Novak JD (1977) An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. **Sci Educ** 61:453–477

Parsons, R. D., Hinson, S.L., and Sando-Brown, D. (2001). **Educational psychology: a practitioner-researcher model of teaching**. Belmon, Calif: Thmson Learning.

Parkay, F.W. and Stanford, B.H. (2010). **Becoming a teacher**. 8th ed. Upper Saddle, NJ: Pearson Education International.

Persons, D. R., Hinson, L. S., and Sardo-Brown, D. (2007).**Educational Psychology: a practitioner-researcher model of teaching**. Belmont, Calif: Wadsworth Thomson Learning.

Powell, K.C. and Kalina, C. J. (2009). Cognitive and Social Constructivism: Developing Tools for an Effective Classroom. **Educational** 130, 2 241-250.

Richardson, V. (2003). Constructivist Pedagogy. **Teachers College Record** 105, 9: 1623-1640.

Rick, M. (1996). **Educational psychology: a learning-centered approach to classroom practice**. 2nd ed. Baston: Allyn and Bacon.

Ruey, S. (2010). A case study of constructivist instructional strategies for adult online learning. **British Journal of Educational Technology** 41: 706-720.

Santrock, J.W. (2006). **Educational psychology: Classroom update, preparing for PRAXIS and practice**. 2nd ed. New York: Mc Graw-Hill

Seng, T.O. et al. (2003). **Educational psychology: a practitioner-researcher approach**. Asian ed. Singapore: Thomson.

Seng, T. D., Parsons, R.D.,Hinson, S. L., and Sardo-Brown, D. (2003). **Educational Psychology: A Practitioner-Research Approach**. Singapore: seng Lee Prees.

Shavelson,R.J.(1974).Methods for examining representations of a subject-matter structure in a student's memory. **Journal of Research in Science Teaching**, 11,3: 231-249

Siribunnam, R. and S. Tayrankham . (2009). Effect of 7-E, KWL and Conventional Instruction on Analytical Thinking , Learning Achievement and Attitudes toward Chemistry Learning. **Journal of Social Sciences** 5(27): 279-289

Slavin, R.E. (2006). **Education psychology: theory and practice**. 8th ed. Boston: Allyn & Bacon.

Standford, P. (2003). Multiple Intelligence for Every Classroom. **Intervention in School and Clinic** 39(2): 80-85

Tsai, C-C. (2000). The effects of STS-oriented instruction on female tenth graders' cognitive structure outcomes and the role of student scientific epistemological beliefs. **International Journal of Science Education** 22(10): 1099-1115

Tsai, C-C, and Huang C-M. (2001). Development of cognitive structures and information processing strategies of elementary school students learning about biological reproduction **. Journal of Biological** 36(5): 21-26

Tsai, C-C. and Huang, C-M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science: a review of revevant methods. **Journal of Biological Education** 36(4): 163-169

Von Glasersfeld, E. (1989). **Constructivism in education.In the International Encyclopedia of Education**,Supplement Volume 1. New York: Pergamon.

Wen-Cheng, W. (2010). A Brief Review on Developing Creative Thinking in Young Children by Mind mapping. International Business Research, 3 (3), 233-238.

Willis, C. L. and Miertschin, S.L. (2006). Mind maps as active learning tools . **Journal of Computing Sciences in Colleges** 21(4): 266-272

Wu, Y-T., and Tsai, C-C (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students'cognitive structure. **Educational Research** 39(3): 113-119

Wu, Y-T.,and Tsai, C-C. (2011). High School Students' Informal Reasoning Regarding a Socio-scientific Issue, with Relation to Scientific Epistemological Belief and Cognitive Structure. International **Journal of Science Education** 33(3): 371-400

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

1. รศ. พเยาว์ ยินดีสุข	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปัจจุบันเกษียณอายุแล้ว
2. อาจารย์ พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ อมรรัตน์ บุบผโชติ	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
4. อาจารย์ ดร. ลือชา ลดาชาติ	นักวิชาการสถาบันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายนามผู้ทรงในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปัจจุบันเกษียณอายุแล้ว
2. อาจารย์วิจารณ์ ไชยกุล	อาจารย์โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่
3. อาจารย์ ดร. ลือชา ลดาชาติ	นักวิชาการสถาบันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดโครงสร้างทางปัญญา

1. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปัจจุบันเกษียณอายุแล้ว
2. อาจารย์วิจารณ์ ไชยกุล	อาจารย์โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่
3. อาจารย์ ดร. ลือชา ลดาชาติ	นักวิชาการสถาบันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา
2. แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

(ตัวอย่าง)

แบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้ประเมินโครงสร้างทางปัญญา มีจำนวนข้อสอบ 22 ข้อ 22 คะแนน
2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการตอบ 40 นาที
3. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบอัตนัย โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายให้ชัดเจนด้วยตัวบรรจงและครอบคลุมข้อคำถาม

1. เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร

   ตอบ .....

2. เพราะเหตุใดจึงจัดให้เสียงเป็นคลื่นกล

   ตอบ .....

3. เพราะเหตุใดจึงจัดให้เสียงเป็นคลื่นตามยาว

   ตอบ .....

4. เพราะเหตุใดคนบนโลกจึงไม่ได้ยินเสียง อุกกาบาตขนาดใหญ่วิ่งมาชนดาวศุกร์ ทำให้เกิดการระบาดบนดาวศุกร์

   ตอบ .....

5. เพราะเหตุใดเสียงจึงมีสมบัติเป็นคลื่น

   ตอบ .....

6. การแทรกสอดของเสียงคืออะไร

   ตอบ .....

7. ทำไมคนที่ยืนอยู่นอกห้องทดลองได้ยินเสียงคนที่อยู่ในห้องทดลอง

   ตอบ .....

8. ทำไมเมื่อส่งเสียงหรือตะโกนเสียงในห้องจึงได้ยินเสียงสะท้อนกลับมา

   ตอบ .....

(ตัวอย่าง)

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้ประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย สถานการณ์จำนวน 5 เรื่อง แต่ละเรื่องมีข้อคำถาม 3 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ 15 คะแนน ให้นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถาม 30 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ให้เข้าใจแล้วตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมาย × ให้ตรงกับข้อและตัวอักษรในกระดาษคำตอบ

ให้นักเรียนอ่านบทความด้านล่างแล้วตอบคำถามข้อ 1- 3

อาวุธวิทยาศาสตร์ของตำรวจ

ณ สถานที่แห่งหนึ่งได้มีการฆาตกรรมเกิดขึ้น ตำรวจได้ซักถามผู้ต้องสงสัย แต่ผู้ต้องสงสัยปฏิเสธหมดทุกข้อหา โดยอ้างว่าไม่รู้จักเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย ไม่รู้จักผู้ตายมาก่อน ไม่เคยเข้าใกล้ ไม่เคยแตะต้อง.. ตำรวจเชื่อว่าผู้ต้องสงสัยไม่ได้พูดความจริง แต่จะพิสูจน์ได้อย่างไร

ณ สถานที่เกิดเหตุ ตำรวจได้รวบรวมหลักฐานทุกชิ้นเท่าที่จะเก็บได้ เช่น เส้นใยผ้า เส้นผม รอยนิ้วมือ ก้นบุหรี่... และเส้นผมสีแดงสองสามเส้นบนเสื้อนอกของเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย มองดูคล้ายเส้นผมของผู้ต้องสงสัย และตำรวจคิดว่าถ้าสามารถพิสูจน์ได้ว่า เส้นผมพวกนี้เป็นของผู้ต้องสงสัยแล้ว อาจนำไปใช้เป็นหลักฐานแสดงว่าผู้ต้องสงสัยเคยพบกับผู้ตายมาก่อนหน้านี้

แต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัว

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านชีววิทยาเริ่มงานโดยการตรวจสอบเซลล์รากผมที่เก็บมาได้ และเซลล์เม็ดเลือดของผู้ต้องสงสัย ทั้งนี้เพราะภายในเซลล์แต่ละเซลล์ในร่างกายคนเราจะมี DNA มีลักษณะคล้ายสร้อยมุกสองเส้นที่บิดไขว้กันเป็นเกลียว ให้ลองนึกภาพว่ามุกเหล่านี้มีสี่สีต่างกัน และแต่ละสีมีจำนวนเป็นหลายพันเม็ดนี้ (ซึ่งรวมกันเป็นหน่วยถ่ายทอดพันธุกรรมหรือยีน) ถูกร้อยเรียงเข้าด้วยกันเป็นลำดับเฉพาะตัว ทั้งนี้ลักษณะการเรียงตัวกันของ DNA ในร่างกายของคนๆหนึ่งจะมีลักษณะเหมือนกันทุกเซลล์ ไม่ว่าจะเป็นเซลล์รากผม เซลล์จากนิ้วมือ ตับ ลำไส้หรือเม็ดเลือด แต่รูปแบบการเรียงตัวของสาย DNA ในแต่ละคนจะแตกต่างกัน เนื่องจากมุกที่นำมาร้อยเรียงมีจำนวนมาก จึงมีโอกาสน้อยมากที่คนสองคนจะมีสาย DNA เหมือนกัน ยกเว้นฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน เอกลักษณ์ของแต่ละคนนี้เองทำให้ DNA เป็นเหมือนบัตรประจำตัวทางพันธุกรรม ด้วยเหตุนี้ นักพันธุศาสตร์ จึงสามารถเปรียบเทียบบัตรประจำตัวทางพันธุกรรมของผู้ต้องสงสัย ที่นำมาจากเลือดของผู้ต้องสงสัย กับของเส้นผมสีแดงที่พบ ถ้าบัตรประจำตัวทางพันธุกรรมเหมือนกัน ก็จะบอกได้ว่าจะรู้ว่าที่จริงผู้ต้องสงสัยเคยเข้าใกล้เหยื่อที่เขาอ้างว่าไม่เคยพบกันมาก่อน

เพียงหลักฐานประเภทหนึ่ง

กรณีการทารุณกรรมทางเพศ การฆาตกรรม การโจรกรรม หรืออาชญากรรมอื่นๆ ตำรวจจะใช้วิธีหาพยานหลักฐานจากการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมมากขึ้น เพื่อพยายามหาหลักฐานการสัมผัสระหว่างคนสองคนระหว่างวัตถุสองสิ่ง หรือระหว่างบุคคลกับวัตถุ การพิสูจน์ได้ว่ามีการสัมผัสกันเช่นนี้ เป็นประโยชน์ต่อการสืบคดี แต่เป็นเพียงหลักฐานอย่างหนึ่งในจำนวนหลายอย่างเท่านั้น ไม่ใช่ว่าจะพิสูจน์เหตุการณ์ฆาตกรรมได้เสมอไป

คนเราประกอบด้วยเซลล์นับล้านล้านเซลล์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากมายมหาศาล แต่ละเซลล์มีขนาดเล็กมาก ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง แต่ละเซลล์มีเยื่อหุ้มเซลล์และมีนิวเคลียสซึ่งเป็นส่วนที่พบ DNA

อะไรคือพันธุกรรม

DNA ประกอบด้วยยีนจำนวนมากเปรียบเสมือนไข่มุกที่ร้อยเรียงนับพันเม็ด กลุ่มของยีนที่มารวมกันจะแสดงลักษณะสายพันธุกรรมประจำตัวของแต่ละบุคคล

บัตรประจำตัวทางพันธุกรรม ทำได้อย่างไร

นักพันธุกรรมศาสตร์นำเซลล์เพียงสองสามเซลล์จากเส้นผมที่พบบนร่างของเหยื่อผู้เคราะห์ร้ายหรือจากน้ำลายที่ติดอยู่ที่ก้นบุหรี่ แล้วใส่ในสารละลายอย่างหนึ่งที่จะสลายสิ่งอื่นๆรอบ DNA ให้เหลือแต่ DNA ของเซลล์และทำอย่างเดียวกันนี้กับเซลล์เม็ดเลือดของผู้ต้องสงสัย แล้วก็นำ DNA ไปเตรียมเพื่อวิเคราะห์ หลังจากนั้นจะใส่ DNA ลงในวุ้นชนิดพิเศษแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงในวุ้นปล่อยทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง จะเห็นแถบคล้ายรหัสแท่งปรากฏ (bar code เป็นรหัสที่ติดอยู่บนฉลาก) ซึ่งจะมองเห็นได้ด้วยแสงจากหลอดไฟพิเศษ แล้วนำรหัสแท่งบน DNA ของผู้ต้องสงสัยเปรียบเทียบกับของเส้นผมที่พบบนร่างของผู้เสียชีวิต

ปรับปรุงจาก:http://pisathailand.ipst.ac.th/files/readingreleaseditem-2.pdf [9 มกราคม 2556]

1. จากข้อความข้างต้นตำรวจให้ความสำคัญต่อเรื่องใด (การวิเคราะห์หน่วยย่อย)

1) หลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุ

2) คำให้การของผู้ต้องสงสัย

3) DNA ของผู้ต้องสงสัย

4) DNA ของผู้เคราะห์ร้าย

ก. 1) 2) และ 3)

ข. 1) 2) และ 4)

ค. 1) 3) และ 4)

ง. 2) 3) และ 4)

2. ในการอธิบายโครงสร้างของ DNA ผู้เขียนใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของสร้อยไข่มุกกับอะไร (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก. ความยาว
ข. สีของมุก
ค. จำนวนสร้อย
ง. รูปแบบการเรียงตัว

3. จุดมุ่งหมายสำคัญของผู้เขียนคืออะไร (การวิเคราะห์หลักการ)

ก. เพื่อให้ข้อมูล
ข. เพื่อเตือนภัย
ค.เพื่อความบันเทิง
ง. เพื่อให้คล้อยตาม

ให้นักเรียนอ่านบทความด้านล่างแล้วตอบคำถามข้อ 4- 6

ภาวะโลกร้อนกับยุงลาย

นักวิจัยได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้โรคไข้เลือดออกระบาดมากขึ้น อันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้วงจรชีวิตของยุงลายเปลี่ยนไป ทำให้การฟักตัวของยุงลายเร็วขึ้นกว่าเดิมจาก 7 วันกลายเป็น 5 วัน ทำให้ยุงลายมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจากเดิมที่ยุงลายเคยออกหากินเฉพาะในตอนกลางวัน แต่เนื่องด้วยภาวะโลกร้อนทำให้ยุงลายออกหากินในช่วงกลางคืนถึง 5 ทุ่มด้วย ซึ่งเมื่อก่อนจะมีแค่ยุงรำคาญที่ออกหากินในเวลานี้ ฉะนั้นจึงทำให้การควบคุมโรคนั้นยากขึ้นกว่าเดิม

ที่ร้ายกว่านั้นคือไวรัสเดงกี่ (Dengue Virus) ซึ่งเป็นไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกนั้น ซึ่งแต่เดิมจะพบเฉพาะยุงลายเพศเมีย เพราะการที่ยุงลายจะติดไวรัสเดงกี่ได้นั้น จะต้องไปกัดคนที่เป็นไข้เลือดออกและรับไวรัสนี้มาเท่านั้น แต่ตอนนี้พบว่ามีไวรัสเดงกี่ในยุงลายเพศผู้ด้วย จึงเกิดข้อสงสัยว่าทำไมยุงลายตัวผู้ถึงมีไวรัสนี้ เพราะอย่างที่ทราบกันว่ายุงลายที่กินเลือดคนนั้นมีแต่ยุงเพศเมียเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการพบไวรัสเดงกี่ในลูกน้ำยุงลายด้วย

การผสมพันธุ์ของยุงลายเพศผู้ที่มีไวรัสเดงกี่กับยุงลายเพศเมียก็จะแพร่ไวรัสนี้ผ่านทางน้ำเชื้อไปติดเพศเมียด้วย และยุงลายเพศผู้สามารถผสมพันธุ์ได้หลายครั้ง จึงทำให้เชื้อไวรัสนี้แพร่กระจายไปเร็วมากขึ้นกว่าเดิม และยังจะถูกถ่ายทอดไปยังลูกได้อีกด้วย

พอได้รู้แบบนี้จึงไม่สงสัยเลยว่าทำไมโรคไข้เลือดออกถึงได้ระบาดหนักมากขึ้น ตอนนี้ก็ได้แต่ป้องกันไม่ให้ยุงลายกัด และช่วยกันทำลายแหล่งเพาะพันธุ์เท่านั้น

ปรับปรุงจาก: http://www.greentheearth.info [4 มกราคม 2556]

4. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้การระบาดของโรคไข้เลือดออกเพิ่มมากขึ้น (การวิเคราะห์หน่วยย่อย)

1) วงจรชีวิตของยุงลายที่เปลี่ยนไป
2) เวลาในการออกหากินของยุงลายเปลี่ยนไป
3) การพบไวรัสเดงกี่ในยุงลายเพศผู้และเพศเมีย
4) วิธีการป้องกันการแพร่พันธ์ของไวรัสเดงกี่

ก. 1) 2) และ 3)
ข. 1) 2) และ 4)
ค. 1) 3) และ 4)
ง. 2) 3) และ 4)

5. ข้อใดคือสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้ไข้เลือดออกระบาดรุนแรง (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก. ปริมาณของยุงลายที่เพิ่มขึ้น
ข. อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มขึ้น
ค. เวลาในการออกหากินของยุงลาย
ง. ช่วงเวลาการฟักตัวของลูกน้ำยุงลายที่สั้นลง

6. ข้อใดคือแนวคิดหลักของเรื่องนี้(การวิเคราะห์หลักการ)

ก. อันตรายของยุงลาย
ข. วิธีการป้องกันยุงลาย
ค. การระบาดของโรคไข้เลือดออก
ง. สถานการณ์โรคไข้เลือดออกในปัจจุบัน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสร่วมกับผังความคิดเชิงประจักษ์
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับผังความคิดเชิงทัศน์

เรื่องที่ 1 การเกิดเสียง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัส ว 32203** **รายวิชาฟิสิกส์**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **จำนวน 1 คาบ** **เวลา 50 นาที**

ผู้สอน นางสาวจรัสศรี อังศุภนิช

มาตรฐานและผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายและยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และมีการถ่ายโอนพลังงานการสั่นจากแหล่งกำเนิดของเสียงผ่านตัวกลาง

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเกิดเสียงได้ 2. อธิบายการเกิดเสียงได้ 3.ยกตัวอย่างการเกิดเสียงได้ 4.เขียนผังความคิดการเกิดเสียงได้	1. การเกิดเสียง เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานผ่านโมเลกุลของตัวกลางอย่างต่อเนื่อง โดยโมเลกุลของตัวกลางสั่นอยู่กับที่ไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น ซึ่งเสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว	**ขั้นที่ 1 ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (prior knowledge activation) (5 นาที)** 1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยการใช้คำถามดังนี้ 1.1 เพราะเหตุใดจึงจัดว่าเสียงเป็นคลื่นกล *(นักเรียนตามตามความเข้าใจ)* 1.2 เพราะเหตุใดจึงจัดว่าเสียงเป็นคลื่นตามยาว *(นักเรียนตามตามความเข้าใจ)* 2. ครูนำขวดน้ำพลาสติกที่บรรจุน้ำ จากนั้นเคาะขวดน้ำพลาสติก แล้วให้นักเรียนสังเกตน้ำในขวด แล้วครูถามนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้ 2.1 เมื่อเคาะขวดน้ำพลาสติกน้ำในขวดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร *(น้ำมีการสั่น)*	1.วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการทดลองประกอบด้วย 1.1 ส้อมเสียง 1 อัน 1.2 ค้อนยาง 1 อัน 1.3 ไม้บรรทัด 1 อัน 1.4 ขันน้ำ 1 อัน 1.5 น้ำ 2.เอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ บทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเกิดเสียง	1. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน การตอบคำถาม ในชั้นเรียน 2. การบันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามในบทปฏิบัติการทดลอง 3. การนำเสนอผลการทดลองด้วยกระดาษฟริบชาร์ท และการนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน 4. การเขียนผังความคิดเรื่องการเกิดเสียง

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
		2.2 ทำไมเมื่อเคาะขวดพลาสติกจึงได้ยินเสียง *(เพราะเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)* 2.3 เมื่อครูไม่เคาะเกิดการเปลี่ยนแปลอย่างไร *(ไม่ได้ยินเสียงและน้ำในขวดพลาสติกไม่สั่น)* **ขั้นที่ 2 การสอนเนื้อหาใหม่** **(new content teaching) (20 นาที)** 1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 2. ครูแจกอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม 3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนการทดลอง โดยครูถามคำถามก่อนทำการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้ 3.1 ปัญหาการทดลองนี้คืออะไร (เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร) 3.2 วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
		(เพื่อศึกษาว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ) 3.3 สมมติฐานของการทดลองคืออะไร (การสั่นของวัตถุทำให้เกิดเสียง) 4. ครูให้นักเรียนทำการทดลองการเกิดเสียง 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียง 6. ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรมโดยครูใช้คำถามหลังการทำการทดลองจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้ 6.1 ผลการทดลองตรงตามสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร *(ตรง เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)* 6.2 จากการทดลองเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร *(เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)*		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
		ขั้นที่ 3 การทำงานที่ห้องเรียนและการแก้ไขปรับปรุงข้อมูล (class work and revision) (20 นาที) 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้สรุปของการเกิดเสียง โดยการใช้คำถาม ดังนี้ 1.1 จากการทดลอง เสียงที่ได้ยินเกิดจากอะไร (เกิดจากการสั่นของวัตถุ) 1.2 ทำไมเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ (เพราะไม่มีตัวกลางก็ไม่ได้ยินเสียง) 1.3 เสียงที่ได้ยินในชีวิตประจำวัน เช่น การปรบมือ แหล่งกำเนิดเสียง (วัตถุที่ทำให้เกิดเสียง) คืออะไร (มือที่ปรบ) 1.4 ทำไมนักเรียนได้ยินเสียงปรบมือ		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
		(เพราะเสียงเดินทางผ่านตัวกลางคืออากาศ) 1.5 ตัวกลางที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่คืออะไร (อากาศ) 1.6 ถ้าในบริเวณสุญญากาศนักเรียนจะได้ยินเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่ เพราะไม่มีตัวกลางในการเคลื่อนที่) 1.7 เสียงเป็นคลื่นกลใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช่ เพราะอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่) 1.8 เสียงเป็นคลื่นตามยาวใช่หรือไม่เพราะเหตุใด (ใช่เพราะทิศการสั่นขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น) 2. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มในการเขียนผังความคิด 3.ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผังความคิด 4. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนความ		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การประเมินการเรียนรู้
		ต่างของแต่ละกลุ่ม 4. ครูแสดงตัวอย่างผังความคิดของครู ในนักเรียนดูพร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเพิ่มเติมหรือปรับแก้ผังความคิดของกลุ่ม **ขั้นที่ 4 การทำการบ้าน** **(home work) (5 นาที)** 1. ครูให้นักเรียนกลับไปการเขียน ผังความคิดเรื่องการเกิดเสียงเป็นรายบุคคล เป็นการบ้าน		

บทปฏิบัติการทดลองที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง

สมาชิกภายในกลุ่ม

1. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้

1. อ่านวิธีการทำกิจกรรมให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

จุดประสงค์

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เรื่อง การเกิดเสียงได้
2. บอกได้ว่า เพื่อศึกษาว่าเกิดจากการสั่นของวัตถุ

อุปกรณ์

1. ส้อมเสียง 1 อัน
2. ค้อนยาง 1 อัน
3. ไม้บรรทัด 1 อัน
4. ขันน้ำ 1 อัน
5. น้ำ

คำถามก่อนทำการทดลอง

1. ปัญหาการทดลองนี้คืออะไร

   ……

2. วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร

   ……

3. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

   .....

วิธีการทดลอง

1. ใช้ค้อนยางตีส้อมเสียงสังเกตว่าได้ยินเสียงหรือไม่ โดยสังเกตที่ปลายของส้อมเสียงพร้อมใช้มือแตะที่ปลายของส้อมเสียง บันทึกผล
2. ใช้ค้อนยางตีส้อมเสียง สังเกตว่าได้ยินเสียงหรือไม่ แล้วนำส้อมเสียงไปจุ่มในน้ำดังรูปได้ยินเสียงหรือไม่ สังเกตอะไรเกิดขึ้นบ้างบันทึกผล
3. ใช้ไม้บรรทัดวางทาบกับขอบโต๊ะ ดังรูปตรึงปลายด้านหนึ่งให้แน่น จากนั้นดีดปลายอีกด้านหนึ่งของไม้บรรทัด สังเกตผลที่เกิดขึ้นกับไม้บรรทัด นักเรียนได้ยินเสียงหรือไม่ บันทึกผล
4. สรุปผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

1. ผลการทดลองตรงตามสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

2. จากการทดลองเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร

   .....

   .....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (8-10 คะแนน)	2 (5 -7 คะแนน)	1 (ต่ำกว่า 5 คะแนน)
1. การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือไม่ถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง
4. การจัดกระทำข้อมูลและการนำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบและนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบและมีการนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (8-10 คะแนน)	2 (5 -7 คะแนน)	1 (ต่ำกว่า 5 คะแนน)
5. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง

6. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดแต่เก็บไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง

แบบประเมิน Mind Map

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	**2**	**1**
1. ความครบถ้วนของเนื้อหา	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์ทุกแห่ง	เนื้อหาเกือบครบถ้วน ขาด 1-2 แห่ง	เนื้อหาไม่ครบ ขาดมากกว่า 3 แห่งขึ้นไป
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาของแต่ละหัวข้อ มีความถูกต้องทั้งหมด	เนื้อหาของแต่ละแห่ง ไม่ถูกต้องเพียง 1 – 2 แห่ง	เนื้อหาของแต่ละแห่ง ไม่ถูกต้องมากกว่า 3 แห่งขึ้นไป
3. การจัดลำดับในการนำเสนอ	มีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการใช้ลำดับหัวเรื่องมีการใช้ภาพ สัญลักษณ์แสดงหัวข้อย่อย และมีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา ดีมาก	มีการจัดลำดับการนำเสนอเพื่อแบ่งกลุ่ม มีการใช้ลำดับหัวเรื่อง มีการใช้สัญลักษณ์แสดงหัวข้อย่อย แต่การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหายังมีข้อผิดพลาด 1-2 แห่ง	การจัดลำดับการนำเสนอเพื่อแบ่งกลุ่มเช่น มีการใช้ลำดับหัวเรื่อง, มีการใช้ภาพ สัญลักษณ์แสดงหัวข้อย่อย เป็นต้น ค่อนข้างดี แต่การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหายังมีจุดผิด มากกว่า 3 แห่ง
4. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ผลงานค่อนข้างแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มเพียงสร้างสรรค์ บางส่วน	ผลงานไม่แปลกใหม่ แต่ยังมีผลงานที่บ่งบอกว่ามีการคิดริเริ่มเล็กน้อย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไป

เรื่องที่ 1 การเกิดเสียงสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัส ว 32203**

รายวิชาฟิสิกส์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **จำนวน 1 คาบ** **เวลา 50 นาที**

ผู้สอน นางสาวจรัสศรี อังศุภนิช

มาตรฐานและผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายและยกตัวอย่างเพื่อแสดงว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ และมีการถ่ายโอนพลังงานการสั่นจากแหล่งกำเนิดของเสียงผ่านตัวกลาง

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเกิดเสียงได้ 2. อธิบายการเกิดเสียงได้ 3.ยกตัวอย่างการเกิดเสียงได้	1. การเกิดเสียง เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานผ่านโมเลกุลของตัวกลางอย่างต่อเนื่อง โดยโมเลกุลของตัวกลางสั่นอยู่กับที่ไม่ได้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับคลื่น ซึ่งเสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว	**ขั้นที่ 1 ขั้นนำ (5 นาที)** 1. ครูนำขวดน้ำพลาสติกที่บรรจุน้ำ จากนั้นเคาะขวดน้ำพลาสติก แล้วให้นักเรียนสังเกตน้ำในขวด แล้วครูถามนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้ 1.1 เมื่อเคาะขวดน้ำพลาสติกน้ำในขวดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร *(น้ำมีการสั่น)* 1.2 ทำไมเมื่อเคาะขวดพลาสติกจึงได้ยินเสียง *(เพราะเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)* 1.3 เมื่อครูไม่เคาะเกิดการเปลี่ยนแปลอย่างไร *(ไม่ได้ยินเสียงและน้ำในขวดพลาสติกไม่สั่น)* **ขั้นที่ 2 ขั้นสอน (35 นาที)** 1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 2. ครูแจกอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม	1.วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการทดลองประกอบด้วย 1.1 ส้อมเสียง 1 อัน 1.2 ค้อนยาง 1 อัน 1.3 ไม้บรรทัด 1 อัน 1.4 ขันน้ำ 1 อัน 1.5 น้ำ 2.เอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ บทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเกิดเสียง	1. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน การตอบคำถาม ในชั้นเรียน 2. การบันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามในบทปฏิบัติการทดลอง 3. การนำเสนอผลการทดลองด้วยกระดาษฟริบชาร์ท และการนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนการทดลอง โดยครูถามคำถามก่อนทำการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้ 3.1 ปัญหาการทดลองนี้คืออะไร (เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร) 3.2 วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร (เพื่อศึกษาว่าเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ) 3.3 สมมติฐานของการทดลองคืออะไร (การสั่นของวัตถุทำให้เกิดเสียง) 4. ครูให้นักเรียนทำการทดลองการเกิดเสียง 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียง 6. ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรมโดยครูใช้คำถามหลังการทำการทดลองจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ดังนี้ 6.1 ผลการทดลองตรงตามสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร *(ตรง เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)* 6.2 จากการทดลองเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร *(เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ)* **ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (10 นาที)** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้สรุปของการเกิดเสียง โดยการใช้คำถาม ดังนี้ 1.1 จากการทดลอง เสียงที่ได้ยินเกิดจากอะไร (เกิดจากการสั่นของวัตถุ) 1.2 ทำไมเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ (เพราะไม่มีตัวกลางก็ไม่ได้ยินเสียง) 1.3 เสียงที่ได้ยินในชีวิตประจำวัน เช่น การปรบมือ		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		แหล่งกำเนิดเสียง (วัตถุที่ทำให้เกิดเสียง) คืออะไร (มือที่ปรบ) 1.4 ทำไมนักเรียนได้ยินเสียงปรบมือ (เพราะเสียงเดินทางผ่านตัวกลางคืออากาศ) 1.5 ตัวกลางที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่คืออะไร (อากาศ) 1.6 ถ้าในบริเวณสุญญากาศนักเรียนจะได้ยินเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่ เพราะไม่มีตัวกลางในการเคลื่อนที่) 1.7 เสียงเป็นคลื่นกลใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด (ใช่ เพราะอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่) 1.8 เสียงเป็นคลื่นตามยาวใช่หรือไม่เพราะเหตุใด (ใช่เพราะทิศการสั่นขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น		

บทปฏิบัติการทดลองที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง

สมาชิกภายในกลุ่ม

5. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
7. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
8. ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้

1. อ่านวิธีการทำกิจกรรมให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

จุดประสงค์

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เรื่อง การเกิดเสียงได้
2. บอกได้ว่า เพื่อศึกษาว่าเกิดจากการสั่นของวัตถุ

อุปกรณ์

1. ส้อมเสียง 1 อัน
2. ค้อนยาง 1 อัน
3. ไม้บรรทัด 1 อัน
4. ขันน้ำ 1 อัน
5. น้ำ

คำถามก่อนทำการทดลอง

4. ปัญหาการทดลองนี้คืออะไร

   ……

5. วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร

   ……

6. สมมติฐานของการทดลองคืออะไร

   .....

วิธีการทดลอง

5. ใช้ค้อนยางตีส้อมเสียงสังเกตว่าได้ยินเสียงหรือไม่ โดยสังเกตที่ปลายของส้อมเสียงพร้อมใช้มือแตะที่ปลายของส้อมเสียง บันทึกผล
6. ใช้ค้อนยางตีส้อมเสียง สังเกตว่าได้ยินเสียงหรือไม่ แล้วนำส้อมเสียงไปจุ่มในน้ำดังรูปได้ยินเสียงหรือไม่ สังเกตอะไรเกิดขึ้นบ้างบันทึกผล
7. ใช้ไม้บรรทัดวางทาบกับขอบโต๊ะ ดังรูปตรึงปลายด้านหนึ่งให้แน่น จากนั้นดีดปลายอีกด้านหนึ่งของไม้บรรทัด สังเกตผลที่เกิดขึ้นกับไม้บรรทัด นักเรียนได้ยินเสียงหรือไม่ บันทึกผล
8. สรุปผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

3. ผลการทดลองตรงตามสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

4. จากการทดลองเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร

   .....

   .....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (8-10 คะแนน)	2 (5 -7 คะแนน)	1 (ต่ำกว่า 5 คะแนน)
1. การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือไม่ถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง
4. การจัดกระทำข้อมูลและการนำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบและนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบและมีการนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน
5. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 **(8-10 คะแนน)**	**2** **(5 -7 คะแนน)**	**1** **(ต่ำกว่า 5 คะแนน)**
6. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดแต่เก็บไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์
2. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดโครงสร้างทางปัญญา

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดคุณภาพของโครงทางปัญญา

ข้อที่	IOC	ความหมาย
1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	0.7	วัดได้สอดคล้อง
3	0.7	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง
6	1	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง
8	07	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง
10	0.7	วัดได้สอดคล้อง
11	0.7	วัดได้สอดคล้อง
12	0.7	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง
14	1	วัดได้สอดคล้อง
15	1	วัดได้สอดคล้อง
16	1	วัดได้สอดคล้อง
17	1	วัดได้สอดคล้อง
18	1	วัดได้สอดคล้อง
19	1	วัดได้สอดคล้อง
20	0.7	วัดได้สอดคล้อง
21	1	วัดได้สอดคล้อง
22	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 14 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ตามลำดับข้อของแบบวัดคุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.62	0.29
2	0.57	0.48
3	0.52	0.29
4	0.69	0.24
5	0.62	0.29
6	0.67	0.29
7	0.52	0.29
8	0.64	0.33
9	0.69	0.24
10	0.62	0.38
11	0.64	0.33
12	0.79	0.24
13	0.69	0.24
14	0.69	0.43
15	0.67	0.29
16	0.60	0.24
17	0.60	0.33
18	0.57	0.29
19	0.60	0.43
20	0.62	0.38
21	0.64	0.33
22	0.60	0.34

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อที่	IOC	ความหมาย
1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง
6	1	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง
10	0.75	วัดได้สอดคล้อง
11	0.75	วัดได้สอดคล้อง
12	1	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง
14	1	วัดได้สอดคล้อง
15	0.75	วัดได้สอดคล้อง

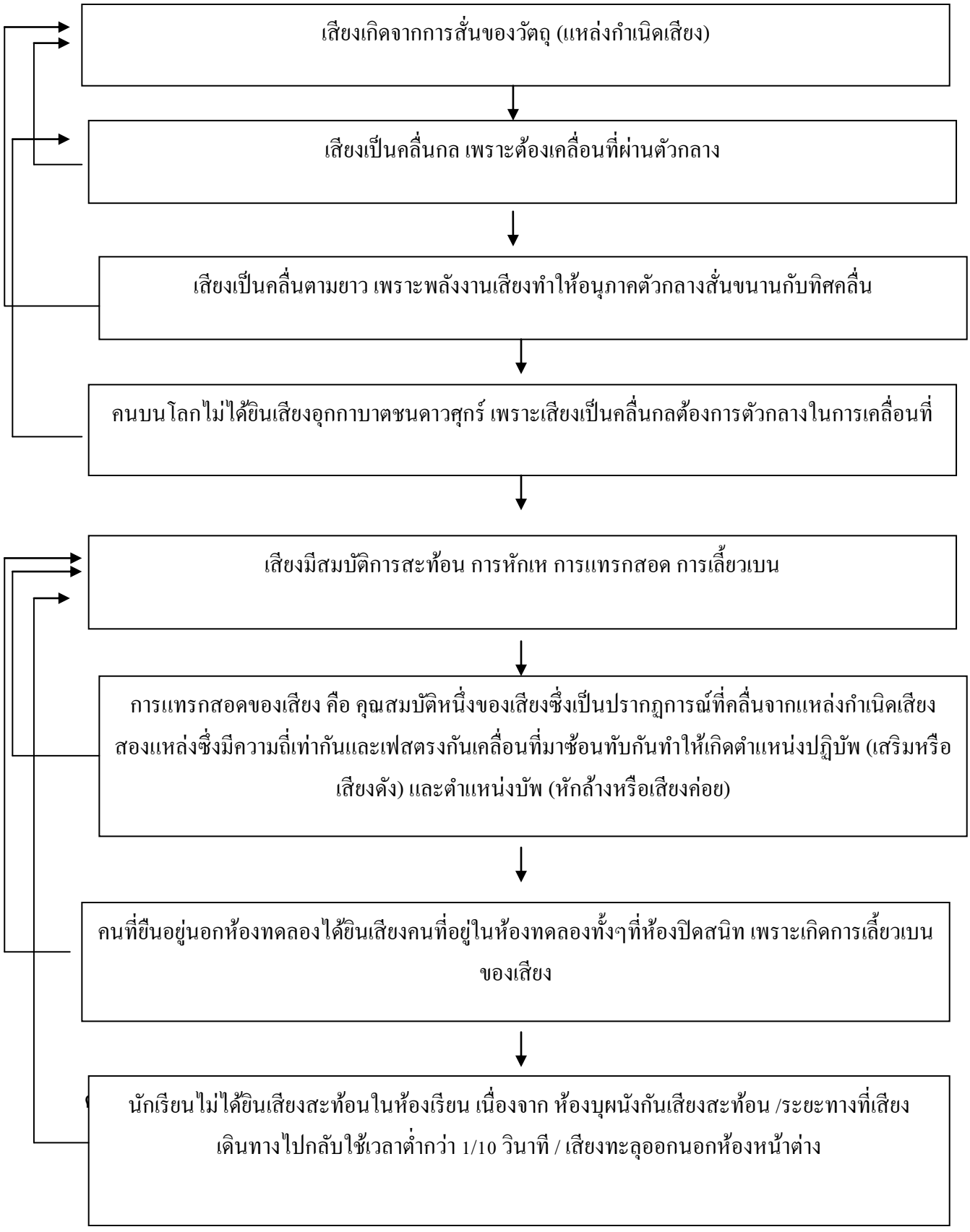
ตารางที่ 16 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ตามลำดับข้อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.29
2	0.62	0.38
3	0.33	0.29
4	0.55	0.3
5	0.48	0.29
6	0.55	0.24
7	0.60	0.52
8	0.50	0.33
9	0.52	0.48
10	0.50	0.43
11	0.52	0.29
12	0.5	0.33
13	0.60	0.24
14	0.52	0.38
15	0.62	0.48

ภาคผนวก จ

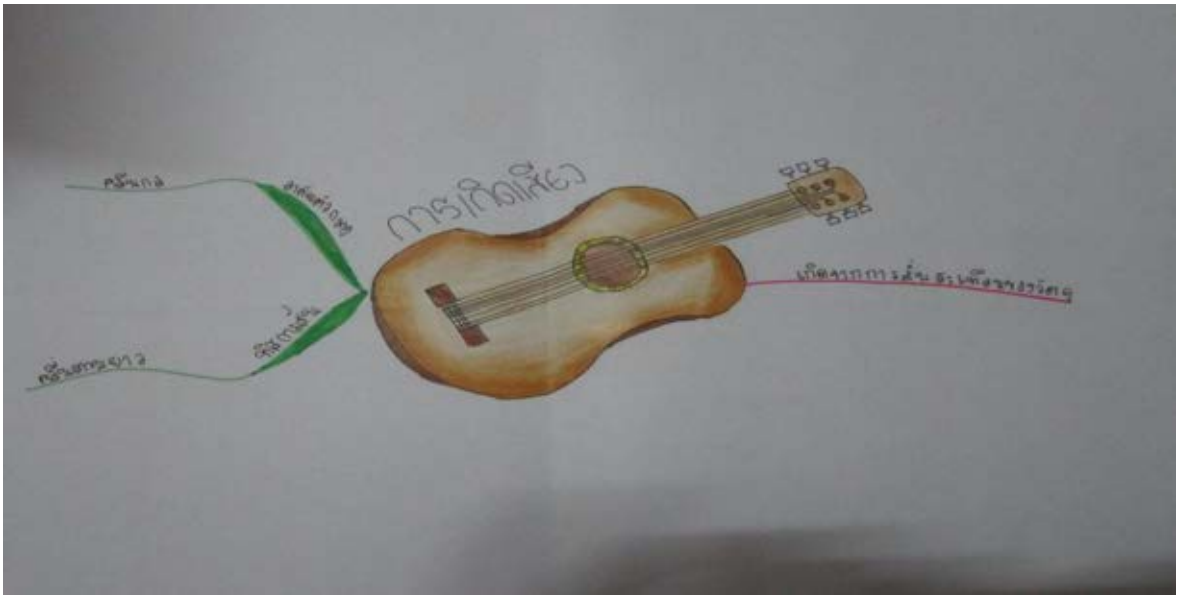
1. **ตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา**
2. **ตัวอย่างภาพกิจกรรม**

ตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพของโครงสร้างทางปัญญา

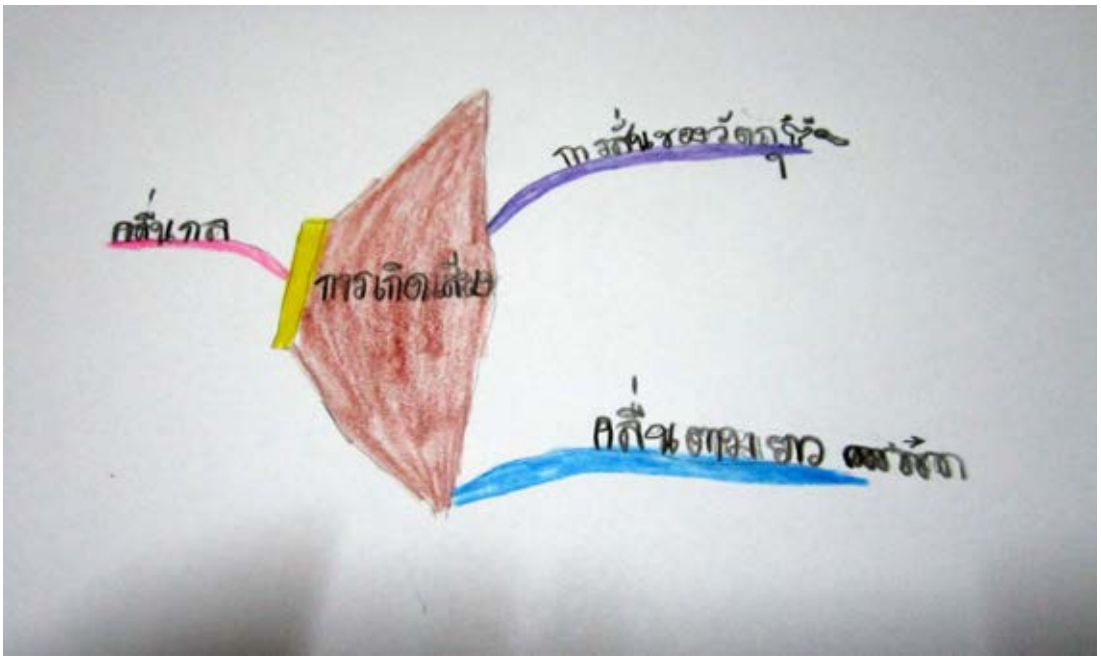


ตัวอย่างภาพกิจกรรม

ตัวอย่างผลงานนักเรียน



ตัวอย่างผังความคิดของครู



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจรัสศรี อังศุภนิช เกิดวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2525 ภูมิลำเนาจังหวัด สตูล สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ จากคณะวิทยาสาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ในปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ในปีการศึกษา 2549 โดยเป็นนักเรียนทุนในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 ปัจจุบันรับราชการ ครูอันดับ คศ. 1 โรงเรียนสภาราชินี 2 จังหวัดตรัง