

ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีวิตวิทยาและ
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



นางสาวชุติมา รอดสุด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF CONSTRUCTIVIST-BASED INSTRUCTION ON BIOLOGY CONCEPTS AND
INDUCTIVE REASONING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



Miss Chutima Rodsud

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ มโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นางสาวชุติมา รอดสุด
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี)

ชุตินา รอดสุด: ผลการเรียนรู้การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.

(EFFECTS OF CONSTRUCTIVIST-BASED INSTRUCTION ON BIOLOGY CONCEPTS AND INDUCTIVE REASONING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS)

อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 99 หน้า.


การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาในทัศนชีววิทยาของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 2 ห้องเรียนๆ ละ 47 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 1 ห้องเรียน เรียนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ห้องเรียน เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.70 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.86 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.79 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23-0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.75 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 71.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60
3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนชีววิทยาเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต ชุตินา รอดสุด

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

4883670027: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEY WORD: CONSTRUCTIVIST-BASED INSTRUCTION/ BIOLOGY CONCEPTS/ INDUCTIVE REASONING ABILITY

CHUTIMA RODSUD: EFFECTS OF CONSTRUCTIVIST-BASED INSTRUCTION ON BIOLOGY CONCEPTS AND INDUCTIVE REASONING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.

THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF.PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D. 99 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) study biology concepts of students learning through the constructivist-based instruction, 2) study inductive reasoning ability of students learning through the constructivist-based instruction, 3) compare biology concepts of students between group learning through the constructivist-based instruction and conventional teaching method, and 4) compare inductive reasoning ability of students learning through the constructivist-based instruction between before and after learning. The sample were two classrooms of the eleventh grade students of Wat Nuannordit School in the first semester of academic year 2007. They were assigned to be an experimental group with 47 students learning through the constructivist-based instruction and a control group with 47 students learning through conventional teaching method. The research instruments were 1) biology concept test with reliability was 0.81, the difficulty level were between 0.20-0.70, and the discrimination level were between 0.21-0.86 2) inductive reasoning ability test with reliability was 0.79, the difficulty level were between 0.23-0.75, and the discrimination level were between 0.22-0.75. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The research finding were summarized as follows:

1. The students learned biology through the constructivist-based instruction had mean of percentage score of biology concepts at 71.81 that higher than 70 percent which was the criterion score of this research.

2. The students learned biology through the constructivist-based instruction had mean of percentage score of inductive reasoning ability at 74.79 that higher than 60 percent which was the criterion score of this research.

3. After the experiment, the students learned biology through the constructivist-based instruction had mean score of inductive reasoning ability higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

4. The students learned biology through the constructivist-based instruction had mean score of biology concepts higher than those learned through conventional method at 0.05 level of significance.

Department: Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Field of study: Science Education

Academic year: 2007

Student's signature

Advisor's signature

Chutima Rodsud
Pimpan Dachakupt

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องมาจากความเมตตากรุณา ช่วยเหลือ และเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เตชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษาและ ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ระหว่างการวิจัย เพื่อให้งานวิจัยมีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบและให้ ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนวัดนวลนรดิศ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์สมรภัช นิมศิริ อาจารย์นิศยา ภูพิชิตและคณาจารย์ทุกท่านในหมวดวิทยาศาสตร์ ที่ คอยห่วงใย ดูแล ช่วยเหลือ และให้คำแนะนำต่างๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนทุก คนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณลูกศิษย์ ชั้นม.5/2 และ ม.5/3 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ที่น่ารักทุกคน ผู้ให้ประสบการณ์อันน่าประทับใจ และทำให้ผู้วิจัยมี กำลังใจในการประกอบวิชาชีพต่อไป

ขอขอบคุณทุกๆ ความปรารถนาดีและทุกๆ กำลังใจจากพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ร่วมสถาบันที่มีให้ผู้วิจัย เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ผู้ซึ่งให้ความรักและกำลังใจ ตลอดจนส่งเสริมโอกาสทาง การศึกษาแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณน้องสาวอันเป็นที่รัก ผู้คอยให้กำลังใจเสมอมาเช่นกัน

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบขอบคุณค่าและคุณความดีทั้งหลาย อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเครื่อง บูชาแด่บูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และบิดามารดาผู้มีพระคุณสูงสุดด้วยความเคารพยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย.....	7
ขอบเขตการวิจัย.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
การเรียนการสอนตามแนวมคอนสตรัคติวิสต์.....	12
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	12
แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวมคอนสตรัคติวิสต์.....	14
บทบาทครูและนักเรียน.....	17
มโนทัศน์ชีวิตวิทยา.....	19
ความหมายของมโนทัศน์.....	19
ประเภทของมโนทัศน์.....	20
กระบวนการสร้างมโนทัศน์.....	22
แนวทางการวัดมโนทัศน์ชีวิตวิทยา.....	26
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย.....	29
ความหมายของการให้เหตุผลเชิงอุปนัย.....	29
แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย.....	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	31
งานวิจัยในประเทศ.....	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	37
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	38
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
ผลการวิเคราะห์.....	50
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	53
สรุปผลการวิจัย.....	53
อภิปรายผล.....	54
ข้อเสนอแนะ.....	56
รายการอ้างอิง.....	58
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	66
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	69
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4	39
2	เนื้อหาและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์.....	42
3	จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์จำแนกตามเนื้อหาเรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์.....	45
4	เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ของกรมวิชาการ.....	49
5	ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{X} ร้อยละ) ของคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	50
6	ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t -test) ของคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	51
7	ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t -test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	52
8	ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา.....	96
9	ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยก่อนและหลังเรียน.....	98

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลำดับขั้นตอนการเกิดมโนทัศน์.....	24
2	รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design.....	37



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญยิ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ทั้งด้านการดำเนินชีวิตประจำวัน การประกอบสัมมาอาชีพ ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น แต่สถานการณ์ด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศอยู่ในลำดับเกือบสุดท้ายเมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่ง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549: 6) ทั้งยังขาดแคลนนักวิจัย ที่มีคุณภาพ รวมทั้งการบริหารและการจัดการที่ดี ส่งผลให้ไม่สามารถพัฒนานวัตกรรมของตนเองได้

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 มาตรา 81 โดยสรุปคือ รัฐต้องจัดการอบรมศึกษาและจัดให้เอกชนจัดการศึกษาให้เกิดความรู้คู่คุณธรรม จัดให้มีกฎหมายเกี่ยวกับการศึกษาแห่งชาติ ปรับปรุงการศึกษาให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม สร้างเสริมความรู้และปลูกจิตสำนึกที่ถูกต้องเกี่ยวกับการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข สนับสนุนการค้นคว้าวิจัยในศิลปวิทยาการต่างๆ เร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาประเทศ พัฒนาการวิชาชีพครูและส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น ศิลปะ และวัฒนธรรมของชาติ ผลแห่งมาตรา 81 ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ทำให้มีการตราพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารากฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ คือ การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพให้แก่ประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษาศาสตร์ เพื่อให้คนไทยมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นฐานสำคัญในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทันและนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 1) นอกจากนี้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่เก้า พ.ศ. 2545-2549 ด้านยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังระบุถึงการเร่งพัฒนาคนไทยให้มีพื้นฐานความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างยิ่ง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาพรวมของประเทศ ปีการศึกษา 2546-2547 พบว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์น้อยกว่าร้อยละ 50 ในทุกวิชา โดยในปีการศึกษา 2546 ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 38.07 และในปีการศึกษา 2547 ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 37.22 และคะแนนเฉลี่ยโดยการจำแนกรายวิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ พบว่า ในปีการศึกษา 2547 คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเท่ากับ 44.30 ชีววิทยาเท่ากับ 41.86 เคมีเท่ากับ 35.13 และฟิสิกส์เท่ากับ 34.81 โดยที่ในวิชาชีววิทยาเท่ากับ 41.86 โดยแบ่งเป็นด้านความรู้ความเข้าใจได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.01 และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.03 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547: 1) นอกจากนี้ค่าสถิติคะแนนสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (o-net) ปีการศึกษา 2548 ถึงปี 2549 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 33.18 และ 34.88 ตามลำดับ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2550: online) ซึ่งแม้ว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในปีการศึกษา 2549 จะเพิ่มขึ้นจากปีการศึกษา 2548 เล็กน้อย แต่คะแนนดังกล่าวยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

ในรายงานผลการสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา 2546 โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (scholastic aptitude aest) ซึ่งโครงสร้างของแบบวัดความถนัดทางการเรียนประกอบด้วย 3 องค์ประกอบใหญ่ คือ 1) ความสามารถทางภาษา (verbal ability) 2) ความสามารถทางการคิดคำนวณ (numerical ability) และ 3) ความสามารถเชิงวิเคราะห์ (analytical ability) ซึ่งในส่วนของความสามารถเชิงวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์เชิงภาษา (verbal analysis) 2) การวิเคราะห์แผนภูมิเชิงตรรก (logical diagram) และ 3) การวิเคราะห์เชิงภาพและสัญลักษณ์ (nonverbal analysis) โดยที่ส่วนของการวิเคราะห์เชิงภาษา (verbal analysis) ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือ เหตุผลเชิงวิเคราะห์ (analytical reasoning) และเหตุผลเชิงตรรกะ (logical reasoning) ผลการสอบวัด พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถทางภาษา ความสามารถทางการคิดคำนวณ และความสามารถเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 14.26, 13.60, และ 11.48 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถเชิงวิเคราะห์มีคะแนนน้อยที่สุดในการวัดความถนัดทางการเรียน (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547: 3-4, 7-9)

ดังที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา ดังที่ค่าสถิติคะแนนสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (o-net)

ปีการศึกษา 2548-2549 ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 และรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่มีคะแนนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547: 31) และผลการทดสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา 2546 ในการทดสอบความถนัดทางการเรียนในด้านความสามารถเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนนั้นยังอยู่ในระดับที่ต่ำ จึงเป็นผลให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เก้า พ.ศ. 2545-2549 จากปัญหาข้างต้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ซึ่งในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ (วรรค 2) ระบุถึง ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ซึ่งเน้นให้การจัด การศึกษาฝึกฝนทักษะ กระบวนการคิด ให้แก่ผู้เรียนที่ผ่านการจัดการศึกษาของสถานศึกษาต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินชีวิต ทั้งทางด้านป้องกันและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542: 16) นอกจากนี้ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 12-13)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีสมรรถภาพ คือ เก่ง มีคุณภาพ คือ ดี เป็นผู้มีความสุขกายและจิตใจดี คือ สุข เพื่อเป็นประชาชนที่มองกว้าง คิดไกล เชิดชูคุณธรรม (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2548: 36) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและเป็นไปตามแนวคิดการสร้างความรู้ หรือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) ให้นักเรียนมีโอกาสสัมผัสสถานการณ์ใหม่ที่จะเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่หลากหลาย ได้ปฏิบัติและสืบค้นด้วยตนเองหรือร่วมมือกับเพื่อนซึ่งจัดเป็นกระบวนการทางสังคมและกระบวนการกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจและมีความหมาย ซึ่งความรู้ใหม่ที่ได้จากการสร้างจะเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว เป็นที่ยอมรับกันว่าความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของบุคคลเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ที่มีความซับซ้อนและเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และเพียวร์ ยินดีสุข, 2549: 24, 108) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายข้างต้น ย่อมมีความแตกต่างกันตามสภาพและลักษณะของเนื้อหาวิชา กล่าวคือ ไม่มีวิธีการใดที่ดีที่สุดวิธีเดียวที่จะใช้ได้ดีสำหรับผู้เรียนทุกคน ในการจัดการเรียนการสอน (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 190)

การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยความรู้ของบุคคล คือ โครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ด้วยวิธีการต่างๆ กันโดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้กระบวนการคิดรูปแบบต่างๆ ในการสร้างความรู้ ซึ่งทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซวีย์ปัญหาของเพียเจต์ (Piaget's theory of cognitive development) คือ มนุษย์สร้างเหตุผลได้ด้วยการสะสมและจัดกระทำข้อมูล และความคิดของมนุษย์จะพัฒนาไปตามวัยอย่างเป็นลำดับขั้นตามธรรมชาติ ซึ่งการพัฒนาทางปัญญาจำเป็นต้องเพิ่มข้อเท็จจริง (fact) และความคิดในส่วนที่ขาดหายไปของข้อมูลภายในสมอง ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนความคิดอย่างสมบูรณ์ (Woolfolk, 1995: 30) ผลการวิจัยของสมาคมจิตวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกาโดยสรุป คือ ผู้เรียนจะมีสัมฤทธิ์ผลในการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อครูใช้การสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Regen, 1997: online) เนื่องจากมีนักการศึกษาเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไว้หลากหลาย จากการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของ Zahoric (1995: 14-22) Rheta (1996: 136-141) Murphy (1997:online) และ Rugen (1997: online) โดยสรุปแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. จัดกิจกรรมที่ใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า สืบสอบความรู้จากแหล่งข้อมูล หรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันอย่างมีเหตุผล
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ในกิจกรรมการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือบริบทใหม่อย่างเหมาะสม
4. ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสะท้อนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

นอกจากนี้ Zahoric และ Murphy มีแนวคิดที่สอดคล้องกันในด้านต้องมีการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน โดย Rheta เสริมในเรื่องการกระตุ้นความมีเหตุผลของผู้เรียนด้วย โดยเริ่มจากสิ่งที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว รวมทั้ง Rugen และ Murphy มีความเห็นสอดคล้องกันในการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ หรือสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่องที่เรียน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสืบสอบความรู้และสร้างความรู้อย่างเข้าใจด้วยตนเอง โดย Driver และ Oldham (1986 cited in Matthews, 1994: 143-144) เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัด

การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างรู้จากประสบการณ์ที่ผู้สอนเป็นผู้จัด ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ (learning process) หมายถึง การดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนหรือการใช้วิธีการต่างๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนิเวศวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนการสอนนิเวศวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (process of science) ประกอบด้วยวิธีการทาง (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind) ซึ่งผลของการจัดการเรียนการสอนโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ (body of knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548: 12)

มโนทัศน์ (concept) จึงเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้ริเริ่มศึกษาคำมโนทัศน์ของมนุษย์ คือ Bruner, Goodnow, และ Austin (1956 cited in Weil and Joyce, 1978: 30) โดยสรุป คือ สิ่งแวดล้อมรอบตัวมีมากมายและมนุษย์สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุ การจัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ของความเหมือนหรือความต่างได้ หากเราไม่ใช้ความสามารถในการเรียนรู้ความเหมือนและความแตกต่างเราคงไม่เข้าใจธรรมชาติที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งการเข้าใจสิ่งแวดล้อมนั้นจะต้องใช้กระบวนการจัดประเภท (the process of categorizing) หมายถึง การแยกสิ่งต่างๆ ออกเป็นประเภท กลุ่ม โดยที่กลุ่มนั้นๆ มีลักษณะที่ร่วมกัน จากการศึกษาความหมายมโนทัศน์จากหลากหลายสรุปความหมายของ มโนทัศน์ได้ดังนี้ มโนทัศน์ คือ แนวคิดสำคัญหรือ คำจำกัดความที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือ ปรัชญาการณ หรือ เหตุการณ์ โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์แม้ว่าจะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันในด้านวิธีการตามความเหมาะสม

วิธีการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) หมายถึง ขั้นตอนการหาความรู้ โดยเริ่มตั้งแต่การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดลองหรือการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2550: 4) ซึ่งการสรุปความรู้นั้นจะเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและการให้เหตุผลเชิงนิรนัย การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542: 71, 77-79) โดยใช้เหตุผลใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่ การค้นหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ลักษณะตามความรู้ที่ปรากฏและหลักของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา คือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) และวิธีการอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive method) ซึ่งการตั้งสมมติฐาน อาจจะได้จากการสังเกตข้อมูลเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลเบื้องต้นมาอุปนัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปแล้วตั้งเป็นสมมติฐาน รวมทั้งในขั้นสรุปการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาอุปนัยเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นในการสร้างความรู้นั้นสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาอุปนัยสรุปเป็นความรู้ของผู้เรียนได้

Mill (1970: 461) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลแบบอุปนัยโดยสรุป คือการให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ ความสามารถในการใช้เหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งประกอบด้วยเหตุผลใหญ่และย่อยแล้วสรุปผลตามสถานการณ์หรือข้อมูลนั้นซึ่งต้องพิจารณาสรุปอย่างสมเหตุสมผลซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (process of science) เพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงทำให้วิทยาศาสตร์มีความรู้ใหม่หรือมีความก้าวหน้าในเรื่องของการค้นคว้า ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นการส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งองค์ความรู้นั้นมีมโนทัศน์เป็นหนึ่งในองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น โดยที่มโนทัศน์นี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างด้วยตนเองจากการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กล่าวคือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ หรือ มโนทัศน์ด้วยตนเองด้วยการศึกษาตัวอย่างย่อยๆ หรือข้อเท็จจริงย่อยแล้วสรุปเป็นความหมาย หรือความคิดสำคัญของเรื่องนั้นๆ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเรียกว่าวิธีการอุปนัยหรือโดยการคิดแบบอุปนัย

จากผลการรายงานด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่อยู่ในระดับไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 50 ทั้งทางด้านความรู้และความสามารถทางเหตุผล อาจกล่าวได้ว่าทั้งมโนทัศน์และ Lawson และ Worsnop (1992) พบว่า การเกิดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน และ Bitner (1991: 265-274) พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลน่าจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น จากแนวทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Driver และ Oldham มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา เพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
3. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

สมมติฐานการวิจัย

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซอว์ปีญญาของ Piaget สามารถสรุปได้ดังนี้ มนุษย์ทุกคนเกิดมาพร้อมกับกระบวนการจัดความคิดทางโครงสร้างทางปัญญา (schema) ซึ่งเป็นระบบสำคัญในการเข้าใจและปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้กระบวนการจัดระบบแล้วยังมีการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาใหม่ เพื่อปรับตัว (adaptation) ให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม โดยประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) ซึ่งเกิดเมื่อเกิดความขัดแย้งทางปัญญา การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งด้านวัตถุและบุคคล เพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งทางความคิดที่เกิดขึ้นจาก Savery และ Duffy (1995:1-38) พบว่า การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน ทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนมีโอกาสพิจารณาความคิดของตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนความคิดและความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ ขณะที่ Wilson และ Cole (1991: 59-61) ได้เสนอเพิ่มเติมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในด้านควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์แก้ปัญหาตามสภาพจริง หรือ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการคิด อีกทั้งงานวิจัยของ Lawson และ Worsnop (1992: 143-166) พบโดยสรุป ความสามารถในการให้เหตุผลกับการเกิดมโนทัศน์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน Bitner (1991: 265-274) พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับชาติเท่ากับ 61.1 (CAAP science reasoning test-spring 2000)

ถือว่าอยู่ในระดับดี และจากเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ของกรมวิชาการกำหนดไว้ว่าช่วงคะแนนที่แสดงความสามารถระดับดีถึงดีมาก คือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป (กรมวิชาการ, 2535: 24)

จากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเหตุผลเชิงอุปนัยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้
 - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ กระบวนการเรียนการสอนในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาแบบปกติ
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ
 - 1) มโนทัศน์ชีววิทยา
 - 2) ความสามารถในการให้เหตุผลอุปนัย
3. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ เนื้อหาตามหลักสูตรของโรงเรียน โดยใช้เนื้อหาในแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมชีววิทยา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่เน้นแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวของ Driver และ Oldham (1986) โดยมี ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นนำ (orientation)

ครูสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียนเกี่ยวกับบทเรียน โดยใช้กิจกรรม สถานการณ์ หรือ คำถาม

2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (elicitation)

นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนโดยใช้การเขียน อภิปรายกลุ่ม การออกแบบโปสเตอร์ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict)

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (restructuring of ideas) ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ

3.1 ขั้นสร้างความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (clarification and exchange of ideas)

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอ อภิปราย และพิจารณาความแตกต่างระหว่างความคิดของตนเองกับของผู้อื่น โดยครูใช้คำถาม คำถามเป็นแนวทางในการอภิปราย

3.2 ขั้นสร้างความคิดใหม่ (construction of new ideas)

นักเรียนสรุปกิจกรรมหรือการทดลองแล้วกำหนดความคิดใหม่

3.3 ขั้นประเมินความคิดใหม่ (evaluation of the new ideas)

นักเรียนเลือกแนวทางหรือคำตอบที่เป็นไปได้ที่สุด ในการกำหนดเป็นความคิดใหม่

4. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (application of ideas)

นักเรียนนำความคิดหรือความรู้ความใหม่ไปใช้ในบริบทใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่

5. ขั้นทบทวน (review)

นักเรียนเปรียบเทียบกับความคิดความเข้าใจระหว่างเริ่มต้นบทเรียนกับหลัง สิ้นสุดบทเรียน

การเรียนการสอนวิชาชีววิทยาแบบปกติ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอน ชีววิทยาตามคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เล่ม 3 ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบแนะนำ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้
 1. ขั้นนำ ครูเป็นผู้นำการอภิปรายโดยการกำหนดปัญหา
 2. ขั้นกิจกรรม การเรียนรู้
 - 2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลองหรือการศึกษา ครูและนักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน ครูแนะนำและทบทวนหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองหรือการศึกษา ตลอดจนข้อควรระวังในการทดลองหรือศึกษา
 - 2.2 ขั้นปฏิบัติการทดลองหรือศึกษา นักเรียนทำการทดลองหรือศึกษาด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองหรือศึกษา
 - 2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลองหรือศึกษา นักเรียนนำเสนอข้อมูลและผลการทดลอง
 3. ขั้นสรุป ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนไปสู่ข้อสรุปและมโนทัศน์ที่สำคัญของบทเรียน
2. การเรียนการสอนด้วยวิธีสอนอื่นๆ คือ การเรียนการสอนโดยใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีสืบสอบ เช่น วิธีบรรยาย วิธีให้แนวทางหรือบอกให้ทำ วิธีถามคำถาม วิธีสาธิต อภิปราย เป็นต้น

มโนทัศน์ชีววิทยา หมายถึง คำจำกัดความ แนวคิดสำคัญเกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนการสอนโดยการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาและตอนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบข้อคำถามตอนที่ 1 ที่สร้างขึ้น

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือทำนายผล โดยอาศัยหลักการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยของ Mill (1970) ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ในลักษณะของบทความเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งนำไปสู่ข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นดังกล่าวใช้เนื้อหาชีววิทยา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสังกัดเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามลำดับดังนี้

1. การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.3 บทบาทครูและนักเรียน
2. มโนทัศน์ชีววิทยา
 - 2.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 2.2 ประเภทของมโนทัศน์
 - 2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์
 - 2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยา
3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย
 - 3.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงอุปนัย
 - 3.2 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

การค้นพบความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนต้องอาศัยกระบวนการทางปัญญาในการสร้างความรู้ โดยที่ความรู้ไม่ได้อยู่นอกตัวของนักเรียน แต่ความรู้ถูกสร้างขึ้นภายในตัวนักเรียน เพราะการเรียนรู้เรียนไม่ใช่การท่องจำสิ่งที่ผู้อื่นบอก แต่เป็นการสร้างความเข้าใจในความรู้ด้วยตนเอง (กิงฟ้า สิ้นธุวงษ์, 2550: 31) ซึ่งนักเรียนเท่านั้นเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้น ครูไม่สามารถสร้างให้นักเรียนได้ซึ่งการสร้างความรู้ด้วยตนเองตรงกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) โดยนักคอนสตรัคติวิสต์มีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยสรุปคือ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ทฤษฎีนี้มีข้อสันนิษฐาน คือ ความรู้ไม่สามารถแยกออกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบาย (Martin, 1994: 44 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548: 15)

1.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน จากการได้สัมผัสประสบการณ์ตรง ด้วยการปฏิบัติ โดยนักเรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) จากภาวะความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ที่นักเรียนได้รับนั้นเกิดความไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ทั้งนี้นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ใหม่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีการเปลี่ยนแปลงทางความคิดตลอดเวลา เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมและเพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ โดยใช้กระบวนการ 2 กระบวนการที่สำคัญ คือ กระบวนการดูดซึม (assimilation) และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาให้กลับสู่ภาวะสมดุล (equilibrium) ซึ่ง Selley (1999: 3-6) อธิบายการสร้างความรู้ของบุคคลโดยสรุป คือ การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลจากการตีความสิ่งที่รับรู้ใหม่ตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล บุคคลอาจสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรงที่ได้รับการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือ จากการสื่อสารกับผู้อื่น

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในการสร้างความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีทางจิตวิทยา คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget เป็นผู้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์และการเรียนรู้ในทัศนิต่างๆ ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 14 ปี รวมทั้งพัฒนาการด้านอื่นๆ และมีข้อค้นพบในเรื่องพัฒนาการด้านต่างๆ ของเด็กที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและการเรียนรู้มากมาย โดยสรุป คือ

พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์มีลักษณะเดียวกันในช่วงอายุเท่ากัน และแตกต่างกันในช่วงอายุต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวให้อยู่ในภาวะสมดุลด้วยการใช้กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับให้เหมาะ หรือกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา จนทำให้เกิดการเรียนรู้โดยเริ่มจากการสัมผัส ต่อมาจึงเกิดความคิดแบบรูปธรรมและพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ จนเกิดความคิดที่เป็นแบบนามธรรม ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้น (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2547: 5)

การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ Piaget เป็นผลเนื่องจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้ 2 กระบวนการ คือ

- 1) กระบวนการดูดซึม (assimilation) คือ กระบวนการที่เกิดจากการที่เด็กพบ หรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แล้วรับหรือดูดซึมภาพหรือเหตุการณ์ต่างๆ เข้าไว้ในความคิดของตน
- 2) กระบวนการปรับให้เหมาะ (accommodation) หรือ กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา คือ กระบวนการปรับความรู้เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสามารถปรับความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่ ทำให้เด็กอยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) ซึ่งทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (adaptation) และเกิดโครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่า schema ซึ่งบุคคลจะใช้ตีความหมายสิ่งที่ยังไม่รู้ต่างๆ หากบุคคลไม่สามารถปรับความรู้เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ขึ้น ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ขึ้นในตัวบุคคล

พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลโดยสรุปตามแนวคิดของ Piaget คือ พัฒนาการทางสติปัญญาเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องและเป็นลำดับ 4 ขั้นใหญ่ แต่ละขั้นตอนของพัฒนาการเหล่านี้มีช่วงคาบเกี่ยวซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญสำหรับพัฒนาการขั้นถัดไป และอยู่ในระดับสูงขึ้นไปเรื่อยๆ โดยที่ลำดับของพัฒนาการทางสติปัญญานั้นต่อเนื่องกัน แต่อายุเฉลี่ยโดยประมาณของแต่ละขั้นแตกต่างกัน และเพราะความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมจึงเป็นการยากในการสรุปการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของพัฒนาการเมื่ออายุเท่าใดแน่นอน (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2547: 7-8) โดยลำดับขั้นตอนของพัฒนาการทางสติปัญญา มี 4 ขั้นดังนี้

- 1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (sensory-motor stage) คือ ระยะเวลาพัฒนาการของเด็กตั้งแต่วัยแรกเกิด จนถึงอายุ 2 ปี ซึ่งเด็กจะพัฒนาการรับรู้ โดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ เช่น ตา หู มือและเท้า รวมทั้งการพัฒนาการใช้อวัยวะต่างๆ เช่น ฝึกการหยิบจับสิ่งของ ฝึกการไต่ยืนและการมองเห็น เป็นต้น

2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (preoperational stage) คือ เด็กอายุตั้งแต่ 2 ปี จนถึง 7 ปี ซึ่งเด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองที่ใช้ควบคุมการพัฒนา ลักษณะนิสัยและการทำงานของอวัยวะต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมอง

3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (concrete operational stage) คือ เด็กตั้งแต่อายุ 7 ปี จนถึง 11 ปี เด็กจะมีการพัฒนาสมองมากขึ้น สามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังไม่สามารถจินตนาการเกี่ยวกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม (formal operational stage) คือ พัฒนาการช่วงสุดท้ายของเด็กที่มีอายุ 12-15 ปี เด็กสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้วจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะ

จากแนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget สรุปได้ดังนี้ เด็กจะเรียนรู้ได้เมื่อเด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการพยายามปรับตัวให้อยู่ในภาวะสมดุลทางปัญญาซึ่งต้องอาศัยกระบวนการทางปัญญา 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม และกระบวนการปรับให้เหมาะสมหรือกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา โดยเริ่มจากการรับประสบการณ์ใหม่ แล้วเกิดการซึมซับเข้าสู่โครงสร้างปัญญา ถ้าประสบการณ์ใหม่มีความสอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมก่อให้เกิดภาวะสมดุล แต่ถ้าประสบการณ์ใหม่ไม่สามารถเข้ากับความรู้เดิม หรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ได้จะเกิดภาวะไม่สมดุล เด็กจะปรับโครงสร้างทางปัญญาเพื่อให้กลับเข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้สติปัญญาของเด็กมีการพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ

1.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

นักการศึกษาหลายท่านนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จึงมีผู้เสนอหลักการไว้หลากหลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Zahoric (1995: 14-22) เสนอหลักการในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยสรุปได้ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่
2. จัดให้นักเรียนได้รับรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมของความรู้ก่อนที่จะเรียนรู้ส่วนย่อยๆ

3. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นๆ

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายและตกแต่งความรู้ของตนเองด้วยการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่นำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

Rheta (1996: 136-141) ได้เสนอหลักการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยสรุป ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

2. ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอันนำไปสู่การเจรจาต่อรองและประนีประนอมความขัดแย้งทางความคิด

3. กระตุ้นความมีเหตุผลของนักเรียนโดยเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว

Rugen (1997: online) ให้หลักการในการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยสรุปดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสืบสอบ โดยเลือกปัญหาตามความสนใจ และเกี่ยวข้องกับตนเอง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและเห็นประเด็นปัญหาโดยการใช้อคำถาม

2. วางโครงสร้างการเรียนรู้จากมโนทัศน์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เหล่านั้นก่อนที่จะเรียนรู้มโนทัศน์เฉพาะ

Murphy (1997: online) ได้รวบรวมหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของนักการศึกษาต่างๆ โดยสรุปดังนี้

1. พิจารณาความรู้เดิมของนักเรียนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองและเป็นอิสระ โดยใช้แหล่งข้อมูลปฐมภูมิเพื่อยืนยันสภาพความเป็นจริง

3. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน

4. ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

โดยสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จากหลักการที่นักการศึกษาเสนอข้างต้นดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. จัดกิจกรรมที่ใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า สืบสอบความรู้จากแหล่งข้อมูล หรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันอย่างมีเหตุผล
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ในกิจกรรมการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือ บริบทใหม่อย่างเหมาะสม
4. ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสะท้อนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

หลักการในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน โดยมีผู้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ Driver และ Oldham (1986 cited in Matthews, 1994: 143-144) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นนำ (orientation)

ครูสร้างแรงจูงใจในบทเรียนแก่นักเรียนโดยใช้กิจกรรม สถานการณ์ หรือคำถาม
2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (elicitation)

นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนโดยใช้การเขียน อภิปรายกลุ่ม การออกแบบโปสเตอร์ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict)
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (restructuring of ideas) ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ
 - 3.1 ขั้นสร้างความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (clarification and exchange of ideas)

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ นำเสนอ อภิปราย และพิจารณาความแตกต่างระหว่างความคิดของตนกับของผู้อื่น โดยครูใช้ถามเป็นแนวทางในการอภิปราย
 - 3.2 ขั้นสร้างความคิดใหม่ (construction of new ideas)

นักเรียนสรุปกิจกรรมหรือการทดลองแล้วกำหนดความคิดใหม่
 - 3.3 ขั้นประเมินความคิดใหม่ (evaluation of the new ideas)

นักเรียนเลือกแนวทางหรือคำตอบที่เป็นไปได้ที่สุด ในการกำหนดเป็นความคิดใหม่

4. ช้่นนำความรู้ไปใช้ (application of ideas)

นักเรียนนำความคิดหรือความรู้ความใหม่ไปใช้ในบริบทใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่

5. ช้่นทบทวน (review)

นักเรียนเปรียบเทียบกับความคิดความเข้าใจระหว่างเริ่มต้นบทเรียนกับหลังสิ้นสุดบทเรียน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ข้างต้นเมื่อครูนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการ และประโยชน์ที่สำคัญคือประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียน ซึ่ง Brook และ Brook (1993: 103-118) และ Ernest (1995: 485) ได้เสนอประโยชน์ของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่สอดคล้องกันโดยสรุปดังนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้นักเรียน

1. มีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนรวมทั้งสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง
2. สามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และทักษะอื่นๆ
3. เป็นผู้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการคิด หรือการแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.3 บทบาทครูและนักเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดหน้าของแต่ละบุคคลในกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 บทบาทครู

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ครูมีบทบาทสำคัญที่ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปตามแนวทางที่วางไว้ ย่อมส่งผลให้แก่ นักเรียน ดังที่ Merrill (1991: online), Brooks (1993: 103-118), Ernest (1995: 485) และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2541: 35) เสนอถึงบทบาทครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยสรุปดังนี้

1. อำนวยความสะดวก ชี้แนะ และสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การจัดแหล่งข้อมูล แหล่งเรียนรู้ รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่สนับสนุนการสืบสอบและแสวงหาความรู้ของนักเรียนอย่างอิสระ
2. จัดกิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ เป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
3. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจในบทเรียนและส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน รวมทั้งใช้คำถามในการชี้แนะแนวทางในการสืบสอบความรู้ของนักเรียน
4. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่างๆ รวมทั้งส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือกิจกรรมที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความใกล้เคียงกับสภาพจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนไปใช้ในสถานการณ์จริง
6. ประเมินนักเรียนตามสภาพจริงขณะกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสามารถนำผลการประเมินนี้ไปพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

1.3.2 บทบาทนักเรียน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นักเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญยิ่งในกิจกรรมการเรียนการสอน ดังที่ Merrill (1991: online), Brooks (1993: 103-118) และ Ernest (1995: 485) ได้เสนอบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยสรุปได้ดังนี้

1. ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความสนใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ
2. สร้างความรู้หรือมโนทัศน์จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. ใช้ทักษะต่างๆ ในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการให้เหตุผล เป็นต้น
4. นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่
5. แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และเปิดใจรับความคิดเห็นของผู้อื่น

2. มโนทัศน์ชีววิทยา

2.1 ความหมายของมโนทัศน์

ความรู้วิทยาศาสตร์ได้แก่ มโนทัศน์ กฎ หลักการ ทฤษฎี ต่างสร้างจากข้อเท็จจริงย่อยหลายๆ ข้อเท็จจริง โดยวิธีอุปนัย มโนทัศน์เป็นรูปแบบหนึ่งของความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นโดยวิธีดังกล่าว คำว่า มโนทัศน์ หรือ concept เป็นคำที่นิยมใช้การอย่างแพร่หลาย แต่ยังมีคำอื่นๆ ที่นิยมใช้ในความหมายเดียวกัน เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนมติ หรือ มโนคติ เป็นต้น ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศได้ให้ความหมายของคำว่ามโนทัศน์ไว้ดังนี้

มโนทัศน์ คือ สิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ทั้งนี้มโนทัศน์ไม่ใช่ตัวสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ (McDonald, 1960: 134)

มโนทัศน์ คือ 1. ความคิดสำคัญ หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกเป็นกลุ่มหรือพวกได้

2. ความคิดเห็นทั่วไปเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ
3. ความคิดเห็น ความเห็น หรือมโนภาพ (Good, 1973: 124)

มโนทัศน์ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งสิ่งเร้านั้นอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคล (DeCecco and Crawford, 1974: 288)

มโนทัศน์ คือ 1. ชื่อเรียกของวัตถุ ปრაกฏการณ์ หรือเหตุการณ์

2. คำจำกัดความหรือนิยามของกลุ่มวัตถุ ปრაกฏการณ์ หรือเหตุการณ์ (Gagen, 1985: 89)

มโนทัศน์ คือ กลุ่มประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคล โดยใช้ลักษณะคล้ายคลึง (Woolfolk, 1995: 286)

มโนทัศน์ คือ กลุ่มของวัตถุ หรือ เหตุการณ์ ที่มีลักษณะและชื่อร่วมกัน โดยมีองค์ประกอบ 4 ประการ คือ ความหมาย (definition) ตัวอย่าง (example) ไม่ใช่ตัวอย่าง (non-example) และ ลักษณะ (analogy) (Clark, 1999. cited in SDSU educational technology, 2006: online)

มโนทัศน์ คือ แนวคิดสำคัญ (main idea) ที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น (สุวัณณ์ นิยมคำ, 2517: 17)

มโนทัศน์ คือ ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย, 2525: 28)

มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือรับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2537: 41)

มโนทัศน์ คือ ความคิดความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถทำให้บุคคลสามารถสรุปรวมลักษณะเหมือนหรือแยกลักษณะแตกต่างเชิงสมบัติของสิ่งหรือเหตุการณ์นั้น (สุจินต์ วิศวะธีรานนท์, 2538: 88)

ความหมายของมโนทัศน์ข้างต้นโดยสรุป มโนทัศน์ คือ แนวคิดสำคัญ หรือคำจำกัดความที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือ ปรัชญาการณ หรือ เหตุการณ์

2.2 ประเภทของมโนทัศน์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Sund และ Trobridge (1973: 17-18) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เช่น เซลล์แม่เหล็ก คอลลอยด์ เป็นต้น
2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต (dynamic process concepts) เช่น ทฤษฎีพลังงานจลน์ของสสาร การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น

Romey (1986: 117) จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classification concepts) คือ มโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือสถานการณ์

2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relational concepts) คือ มโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรง คือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่มีความสอดคล้องกับเหตุผลของมนุษย์ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริง เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์

Lawson (2000: 996-1018) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัสทางตา แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เช่น มโนทัศน์ของอะตอม อิเล็กตรอน รวมไปถึงมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ กระบวนการออกซิเดชัน เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์โดยตรง หลายๆ ครั้ง แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์เข้าด้วยกันเกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น มโนทัศน์เก้าอี้ โต๊ะ เรือ รถยนต์ การกิน รวมถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่งและขนาด เช่น ช่างได้ ถัดไป เป็นต้น

3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (intermediate concept) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้ เช่น มโนทัศน์กระบวนการทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในระบบนิเวศ เป็นต้น ซึ่งการรับรู้ หรือการเกิดมโนทัศน์ประเภทนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะเวลาที่จะสังเกตสถานการณ์นั้นๆ

ปรีชา ชูวงศ์ (2525) แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classification concept) เป็นคำอธิบายหรือคำชี้แจงสมบัติ บอกลักษณะโดยรวม

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (theoretical concept) เป็นลักษณะบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานเป็นผลสนับสนุนว่าสิ่งนั้นมีอยู่แล้วสร้างเป็นความเข้าใจ

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (correlational concept) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ไว้เป็นพวกๆ หรือใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นให้เข้าใจตรงกัน
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกันซึ่งช่วยในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นได้
3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีจริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุน

โดยสรุปประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาข้างต้น มโนทัศน์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัส และเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญ เกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น
3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อยๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้หลากหลายดังนี้

Russel (1956: 249) กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ว่าเป็นผลมาจากการรับรู้ ความจำ และจิตนาการ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก ได้แก่ องค์ประกอบทางอารมณ์ ความเครียด ความต้องการหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยการสร้างมโนทัศน์ต้องผ่าน 3 กระบวนการ คือ การแยกแยะ การย่อย่อ และการสรุปครอบคลุม ซึ่งทั้ง 3 กระบวนการนี้ ต้องเกิดขึ้นอย่างประสานกันและเกิดขึ้นในขณะที่มีการรับสัมผัส (sensory impression) ทั้งหมดนี้ จะรวมเข้าเป็นโครงสร้างมโนทัศน์

Hurlock (1964: 491-492) กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญในการสร้างมโนทัศน์คือ บุคคลจะต้องมีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ (relationship) ของการเรียนรู้ ต้องสามารถเปรียบเทียบลักษณะความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่งเร้า ทั้งสามารถจัดกลุ่มของสิ่งเร้าได้

Lovell (1966: 12-13) กล่าวว่าในการสร้างมโนทัศน์ต้องอาศัยกระบวนการทางจิตวิทยา 3 กระบวนการ คือ

1. การรับรู้ (perception)
2. การย่อ (abstraction)
3. การสรุป (generalization)

เมื่อได้รับรู้ข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ จะนำไปสู่กระบวนการย่อ ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการสร้างมโนทัศน์ คือ เมื่อนำลักษณะเด่นซึ่งรวมเป็นวัตถุ หรือ เหตุการณ์ การสร้างมโนทัศน์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสามารถแยกแยะ (discrimination) สมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ จากนั้นสามารถสรุปลักษณะร่วมของสิ่งที่ค้นพบอย่างครอบคลุม

Ausubel (1968: 517) กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ว่ามีพื้นฐานมาจากพื้นฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้ 3 ประการ

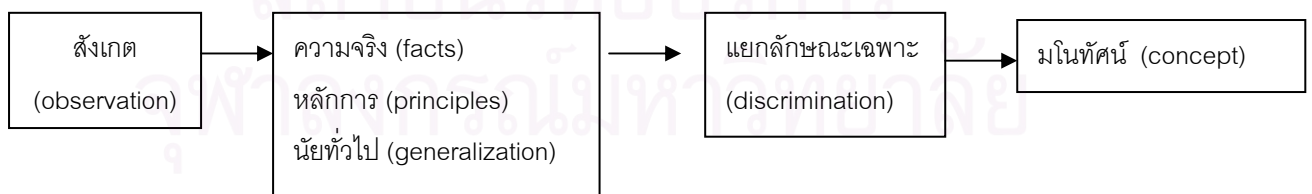
1. โครงสร้างของความรู้ (cognitive structure) เป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความกว้างสู่มโนทัศน์ที่แคบลงและมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น
2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (progressive differentiation) จากหลักการของ Ausubel ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ย่อมมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงสัมพันธ์กับความรู้เดิม เกิดความสัมพันธ์ใหม่ ดังนั้นจึงเกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีที่สิ้นสุด เป็นการขยายความรู้เพิ่มขึ้นจนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าโดยประกอบด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้นถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายร่วมกัน จะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนได้ดี
3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (integrative reconciliaton) จากหลักการเรียนรู้ของ Ausubel ที่ว่าการเรียนรู้ย่อมมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก่อให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

Weil และ Joyce (1978: 31) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการคิดที่สำคัญของมนุษย์ที่เหมือนกันในการสร้างมโนทัศน์ คือ กระบวนการจัดประเภท (the process of categorizing) ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ส่วน คือ

1. การก่อรูปความคิดรวบยอด (category formation) เป็นกิจกรรมแรกที่เกิดขึ้น โดยที่มนุษย์จะสร้างความคิดรวบยอดของของบางอย่างได้ก่อน ก่อนที่จะรู้ความคิดรวบยอดนั้นๆ คืออะไร ซึ่งกิจกรรมในส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า แยกประเภทสิ่งต่างๆ เช่น การแบ่งสิ่งต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้ลักษณะร่วมกันและต่างกันเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ถือเป็น การก่อรูปความคิดรวบยอดขึ้นมา

2. การรู้ความคิดรวบยอด (concept attainment) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นผู้สอนเห็นได้โดยการบอกได้ว่าความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นๆ คืออะไร โดยใช้วิธีการยกตัวอย่าง และบอกสมบัติพื้นฐานและสมบัติเฉพาะของความคิดรวบยอดนั้นๆ ได้ ซึ่งตัวอย่างที่ผู้เรียนยกมาประกอบนี้ต้องเป็นตัวอย่างที่สร้างขึ้นใหม่ไม่ได้ยกตามบทเรียน จึงเป็นการรู้ความคิดรวบยอด ดังนั้นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์เป็นผลมาจาก 2 กระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งการที่จะเกิดความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ต้องอาศัยความคิดย่อยๆ มากมาย หนึ่งในความคิดย่อยๆ นั้น คือ การคิดแบบอุปนัย หรือการให้เหตุผลเชิงอุปนัย (induction reasoning)

จำนง พรายแยมแซ (2516: 47-49) อธิบายการเกิดมโนทัศน์ของบุคคลดังนี้ บุคคลจะเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งต่อเมื่อ บุคคลนั้นต้องมีประสบการณ์การเรียนรู้ความจริงหลักการทั่วไปและนัยทั่วไปของเรื่องนั้นๆ มาก่อน และต้องสามารถระลึกได้ว่าสิ่งนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยแยกแยะลักษณะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน ซึ่งลักษณะต่างๆ ดังกล่าวจะเกิดขึ้นต้องอาศัยทักษะการสังเกต (observation) ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนการเกิดมโนทัศน์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517: 17) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้ เมื่อพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่ง หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องสามารถหามโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้ ซึ่งต้องมองหาในรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง คือ

1. มองให้เห็นสมบัติร่วมของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
2. มองให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
3. มองให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลหรือปรากฏการณ์

เมื่อสามารถมองเห็นรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์ จะสามารถรับมโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้

ชัยพร วิชชาวุธ (2519: 6) กล่าวถึง 4 ขั้นตอนของการเกิดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้มีประสบการณ์โดยใช้ทักษะการสังเกต
2. ผู้เรียนเปรียบเทียบรายละเอียดจากผลการสังเกต
3. ผู้เรียนตั้งสมมติฐานว่ามโนทัศน์คืออะไร
4. ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน ถ้าถูกต้องก็คงสมมติฐานไว้ แต่ถ้าผิดก็กลับไปสังเกตและตั้งสมมติฐานใหม่สามารถทดสอบสมมติฐานได้ถูกต้อง

ประสาร ทิพย์ธารา (2521: 157) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. sensation คือ กระบวนการที่บุคคลได้รับสัมผัสกับสิ่งเร้า
2. perception คือ ประสาทสัมผัสจะตีความหมายสิ่งเร้าที่สัมผัสโดยอาศัย

ประสบการณ์หรือความรู้เดิม

3. memory คือ การเก็บความเข้าใจที่ได้จาก Perception
4. generalization คือ การจัดระเบียบความคิดให้เป็นหมวดหมู่ ตลอดจนแยกแยะ

ให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้า เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 18) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

การสร้างมโนทัศน์เริ่มจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ และเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลายๆ ครั้ง จะสามารถสรุปรวมกันเป็นมโนทัศน์ในการสร้างมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านผู้เรียนได้แก่

1. ความพร้อมของผู้เรียนทั้งทางกาย ใจ และสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการเกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดจากตัวนักเรียนเอง หรือ การเสริมแรงทางจิตวิทยาก็ได้

จากการศึกษากระบวนการสร้างมโนทัศน์ดังกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. สังเกตสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์ด้วยประสาทสัมผัส
2. เปรียบเทียบรายละเอียดจากการสังเกตสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์
3. แยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์
4. เชื่อมโยงลักษณะเฉพาะเป็นมโนทัศน์ของสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์

2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

มโนทัศน์ของนักเรียน คือ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกและสิ่งทีนักเรียนอาศัยอยู่ และความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541: 7) การวัดมโนทัศน์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในนิยามหรือ ลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ เป็นวิธีที่ทำให้ทราบมโนทัศน์ของนักเรียนสามารถทำได้หลายวิธี โดยมีผู้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ดังนี้

Jenkins and Deno (1971 cited in Nitko, 2004: 205) ได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ของนักเรียนไว้ 4 วิธี คือ

1. การกำหนดให้นักเรียนเขียนนิยาม (definition) ของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย
2. การกำหนดให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย
3. การกำหนดให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบปรนัยหรืออัตนัย
4. กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบปรนัยหรืออัตนัย

Odum and Kelly (2000: 619-620) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2. สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (two-tier multiple-choice format) คือ

2.1 ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content question) ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2- 4 ตัว

2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด

3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Lavoie (1999: 1127-1147) ได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่พัฒนาโดยนักวิจัยในมหาวิทยาลัยจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยข้อสอบแต่ละข้อกำหนดสถานการณ์หรือ กราฟ หรือแผนภาพ ที่นำไปสู่ข้อคำถามที่สะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

ตัวอย่างของแบบวัดมโนทัศน์ชนิดเลือกตอบพร้อมเหตุผลของ Haslam และ Treagust (1987: 203-211) เรื่อง การสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช นักเรียนระดับมัธยมศึกษาการหายใจของพืชเกิดขึ้นใน :

- (1) เซลล์ของรากพืชเพียงอย่างเดียว
- (2) ทุกเซลล์ในพืช
- (3) ในเซลล์ของใบเพียงอย่างเดียว

เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้เพราะ

- (a) เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดจำเป็นต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิต
- (b) ใบของพืชเพียงอย่างเดียวมีปากใบในการแลกเปลี่ยนก๊าซ
- (c) รากเพียงอย่างเดียวที่มีรูเล็กๆ ใช้ในการหายใจ
- (d) รากเพียงอย่างเดียวจำเป็นต้องใช้พลังงานในการดูดซึมน้ำ
- (e)

แม้ว่าข้อสอบแบบปรนัยจะมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ได้แทนวิธีการสัมภาษณ์ แต่ในขณะเดียวกันข้อสอบแบบปรนัยก็มีข้อจำกัด เช่น ข้อสอบแบบปรนัยแม้จะสามารถออกข้อสอบได้อย่างครอบคลุมเนื้อหาแต่ทำได้เพียงในระดับต้นๆ เท่านั้น โอกาสในการเดาคำตอบทำได้ง่าย โดยเฉพาะวิชาที่นักเรียนทำคะแนนได้น้อย การเดากับการคิดจะมีผลพอๆ กัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531: 8) นอกจากนี้การใช้แบบสอบปรนัยยังมีข้อจำกัดในการตัดสินความมีเหตุผลของนักเรียนในการเลือกคำตอบแต่ละข้อ จึงทำให้เกิดปัญหาในการเดาที่เกิดขึ้นกับแบบสอบปรนัยเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุนี้การให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบในการเลือกคำตอบนั้น จะช่วยลดการเดาคำตอบของนักเรียนลงไปได้ (โสภภาพรรณ แสงศัพท์, 2538: 26) นอกจากนี้ บุญชุม ศรีสะอาด (2539: 37) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบสอบชนิดปลายเปิดไว้โดยสรุปดังนี้

1. ผู้ตอบมีโอกาสใช้ความคิดเห็นและตอบได้อย่างเสรี
2. ได้คำตอบที่เป็นภาษาเขียนของผู้ตอบ ซึ่งเป็นคำตอบที่ตรงกับความจริงของผู้ตอบมากกว่าแบบปลายปิด
3. สร้างคำถามง่ายและสะดวกเสียเวลาน้อย
4. สามารถสร้างให้กำหนดคำตอบสั้น หรือยาวมากน้อยตามต้องการได้ โดยการเว้นช่องว่างให้
5. สามารถวัดข้อมูลที่ละเอียด ลึกซึ้งได้

ดังนั้นในการวัดมโนทัศน์ของนักเรียนจึงควรมีแบบสอบอัตนัยแทรกเข้าไป เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกทักษะการเขียนเหตุผลอธิบายและคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้นอย่างไร (คชานน สุวรรณพันธ์, 2543: 86)

จากการศึกษาแนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยาข้างต้น สรุปได้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย
2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว (one-tier multiple choice format) โดยกำหนดสถานการณ์ (distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม
3. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบสองตอน

3.1 แบบมโนทัศน์แบบปรนัย 2 ตอน (two-tier multiple choice format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนหนึ่ง

3.2 แบบมโนทัศน์แบบ 2 ตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นแบบปรนัยของข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สองเป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนทีหนึ่ง

4. ใช้วิธีสอบปากเปล่า (oral test)

3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

3.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า inductive reasoning ซึ่งนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้ให้ความหมายของ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย ไว้ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ ความสามารถในการใช้เหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งประกอบด้วยเหตุผลใหญ่และย่อยแล้วสรุปผลตามสถานการณ์หรือข้อมูลนั้นซึ่งต้องพิจารณาสรุปอย่างสมเหตุสมผล (Mill, 1970: 461)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตเหตุการณ์ย่อยๆ เฉพาะแล้วสรุปเป็นหลักการ (Sund and Trowbride, 1973: 12)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การสรุป หรือการสรุปเหตุผลบนฐานของข้อมูลสนับสนุนย่อย จากหลักฐานที่ปรากฏ หรือ สถานการณ์ หรือ เหตุการณ์ (Wright and Tohina, 1984: 182)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การสรุปจากหลักฐานย่อยๆ ที่สนับสนุนข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (Gustason, 1994: 18, Wilson, 1999: 344, Waller, 2001: 17)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การสรุป หรือ การลงข้อสรุปความน่าจะเป็นความจริงของข้อมูลซึ่งเป็นองค์ หรือ หน่วยย่อยๆ ที่เป็นหน่วยสนับสนุนข้อสรุปนั้น อย่างสมเหตุสมผล (Bassham, 2002: 70)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การสรุปเหตุผลจากการสังเกตเหตุการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือ กรณีย่อยๆ ที่เป็นข้อมูลที่สนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล (Sloman and Lagnado, 2007: 95)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การให้เหตุผลที่เหตุผลที่อ้างจริงทุกข้อ ทำให้ข้อสรุปของการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีโอกาสถูกต้องสูง (ซัสซีย์ คัมทวิพร, 2534: 75)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ กระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไป จากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง จึงเป็นการสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542: 73)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย หรือ การอุปนัย คือ การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วย สนับสนุนข้อความทั่วไปที่เรายังไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นอื่นๆ เราอนุมานว่า “ต้นมะพร้าวไม่แตกกิ่ง” (กิริติ บุญเจือ, 2547: 49)

ความหมายของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยโดยสรุป คือ การสรุป หรือ การให้เหตุผล จาก การสังเกตเหตุการณ์ย่อย หรือนำเอาข้อเท็จจริงย่อย ตัวอย่างย่อย หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำกัน มาสรุปเป็นข้อสรุปที่สมเหตุสมผล หรือสรุปเป็นหลักการ

3.2 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ การใช้แบบวัดที่มีลักษณะ กำหนดสถานการณ์ย่อยๆ แล้วตอบคำถามแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยหลักการที่ใช้ในการสร้าง แบบวัดนี้ใช้หลักการคิดให้เหตุผลเชิงอุปนัยของ Mill ซึ่งการคิดให้เหตุผลเชิงอุปนัยเป็นการคิด ให้เหตุผลจากประโยคอ้างที่เป็นจริงเฉพาะกรณีไปยังข้อสรุปซึ่งเป็นความจริงสากลในการวัด การให้เหตุผลเชิงอุปนัยอาศัยหลักการสรุปรวบยอดและหลักการคิดให้เหตุผลเชิงอุปนัยของ Mill ซึ่งหลักการให้เหตุผลดังกล่าวเป็นความสามารถในการใช้เหตุการณ์ หรือข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่ง ประกอบด้วยเหตุผลย่อยๆ แล้วสรุปผลตามเหตุการณ์หรือข้อมูลนั้น โดยต้องพิจารณาให้รอบคอบ และสรุปอย่างสมเหตุสมผล

วิธีการสรุปเชิงอุปนัยของ Mill เป็นวิธีการอุปนัยสำหรับตรวจสอบความสัมพันธ์ของกรณี ซึ่งได้กำหนดวิธีอุปนัยชื่อ “the four method of experimental inquiry” ประกอบด้วย 4 วิธี (Mill, 1970: 462) ดังนี้

1. วิธีหาความสอดคล้องกัน (method of agreement)

เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นซ้ำๆ โดยหาความสอดคล้องของ ประสบการณ์หลายครั้ง ถ้ามีเหตุเดียวกันทุกครั้ง และมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ก็สรุปได้ว่าสาเหตุ

นั้นเป็นสาเหตุของผลนั้น เช่น ถ้าเราเคยถูกแม่ตีหลายครั้งและเจ็บทุกครั้ง เราก็สรุปได้ว่าการตีเป็นสาเหตุของความเจ็บ

2. วิธีหาความแตกต่าง (method of difference)

เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นแตกต่างไปจากเดิม โดยการหาความแตกต่างของประสบการณ์หลายๆ ครั้ง กล่าวคือ ถ้ามีสาเหตุเดียวกันทุกครั้ง และมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ต่อมาเมื่อสาเหตุอื่นแทรกเข้ามาแล้วทำให้เกิดผลแตกต่างออกไป เราก็สรุปได้ว่าสาเหตุที่แทรกเข้ามาเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่น เคยถูกแม่ตีทุกครั้งและรู้สึกเจ็บทุกครั้ง ครั้งหลังสุดรู้ตัวก่อน จึงนุ่งกางเกงขางในบุนวมเมื่อถูกแม่ตีจึงรู้สึกคัน จึงสรุปได้ว่าการนุ่งกางเกงขางในเป็นสาเหตุของอาการคัน วิธีหาความสอดคล้องและความแตกต่างร่วมกัน (method of agreement and difference) ในการสำรวจส่วนมากเราจะต้องรู้ทั้งสาเหตุที่สอดคล้องและที่แตกต่างร่วมกัน

3. วิธีหาส่วนที่เหลือ (method of residues)

เป็นวิธีการสรุปสาเหตุโดยในประสบการณ์ครั้งเดียวกัน ถ้ามีสาเหตุเกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ถ้าเรารู้ว่าเหตุใดทำให้เกิดผลใด เราสามารถแยกเหตุนั้นออกไปได้และสาเหตุที่เหลือจะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

4. วิธีหาความแปรผัน (method of concomitant variation)

เป็นวิธีการสรุปสาเหตุเมื่อระดับความเข้มข้นของสาเหตุแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ เหตุการณ์บางเหตุการณ์แม้สาเหตุเดียวกันไม่ใช่จะทำให้ผลอย่างเดียวกันเสมอ เนื่องจากระดับความเข้มข้นของสาเหตุเปลี่ยนไปหรือแตกต่างไปจากเดิมทำให้ผลที่จะเกิดขึ้นแตกต่างกันไป เช่น รับประทานยาแก้ปวด 1 เม็ด ไม่มีผลอะไรเลย รับประทานแก้ปวด 2 เม็ด ทำให้หายปวดศีรษะ รับประทานยาแก้ปวด 10 เม็ด ทำให้เสียชีวิต เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Bitner (1991: 265-274) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 101 คน เกรด 9-12 ในวิชา วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของ Arkansas Education Standard of 1984 พบโดยสรุปคือ ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Lawson และ Worsnop (1992: 143) ศึกษาการเกิดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 107 คน ในวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลกับการเกิดมโนทัศน์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Johnson และ Lawson (1998: 89) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิธีบรรยายกับวิธีสืบสอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ไม่ใช่วิชาเอกชีววิทยา จำนวน 66 คน พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย และ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Calik (2006: 257) ได้วิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจมโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน จาก 2 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และ 2) แบบสอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และด้านความจำระยะยาวระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Schwarz และ Gwekewerere (2007: 158) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบ guided inquiry กับการเรียนการสอนด้วย EIMA Model โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบโดยสรุป คือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วย EIMA Model มีความสามารถในการสร้างความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสืบสอบแบบ guided inquiry อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Faulkner (1993: 879) ศึกษาอิทธิพลของกลวิธีสอนที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเซลล์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 และ 6 ในโรงเรียนชุมชนมิสซิสซิปปี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้แต่ละเกรดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการทดลอง 3 วิธี ได้แก่ 1. guided discovery โดยใช้โมเดลจำลองและการเปรียบเทียบ 2. open inquiry โดยใช้แว่นขยายและกล้องจุลทรรศน์ และกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเซลล์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) กลวิธีการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 วิธี มีอิทธิพลต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเซลล์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันทั้ง 2 เกรด 2) หลังการทดลองเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่เปลี่ยนแปลง

Kumar (2007: 239) ศึกษาผลของการใช้สถานการณ์จำลองมัลติมีเดียที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแม่น้ำ ส่วนประกอบของอากาศและการแตกตัวของออกซิเจนของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 83 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองมัลติมีเดียมีผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ในบทเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

Hsu และคณะ (2008: 127) ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมด้วยวิธีสอน TEL (technology enhanced learning) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 75 โรงเรียน พบว่า หลังเรียนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอน TEL มีความเข้าใจและความสามารถในการอธิบายมโนทัศน์ได้สมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.6 เป็นร้อยละ 15.8

การศึกษางานวิจัยในต่างประเทศข้างต้นเป็นงานวิจัยในระหว่างปี 1991-2008 พบโดยสรุป ดังนี้ 1) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนด้วยวิธีปกติ หรือเปรียบเทียบกับวิธีการสอนอื่นๆ โดยมีตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ มโนทัศน์ ความสามารถสร้างความรู้ และการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยโดยสรุป คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชา ความสามารถสร้างความรู้ และการประยุกต์ใช้ความรู้ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ หรือวิธีสอนแบบอื่น 2) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวิจัย

เชิงทดลองโดยเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งผลการทดลองโดยสรุป คือ กลุ่มทดลองหลังเรียนมีมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ และ3) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเป็นงานวิจัยเชิงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลกับตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยโดยสรุป คือ ตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการให้เหตุผล

4.2 งานวิจัยในประเทศ

อิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร (2542) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 2 ห้องเรียน จำนวน 90 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนทัศน์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัฒน์ (2543) วิจัยศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มและการใช้แฟ้มผลงานในการสอนเรื่อง พลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้องเรียน ละ 36 คน โดยจัดการเรียนการสอนกลุ่มทดลองเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มและกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มกับแฟ้มผลงาน และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยกระบวนการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า 1) ทั้ง 3 กลุ่มมีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงขึ้น โดยกลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มกับแฟ้มผลงานมีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้สูงที่สุด 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มมีเจตคติต่อวิชาดีกว่ากลุ่มอื่น

สุวัฒน์ ไกรมาก (2544) วิจัยเพื่อศึกษาผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโดยวิธีการวิจัยปฏิบัติการที่มีต่อมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม กลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยวิธีวิจัยปฏิบัติการ และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีเรียนแบบปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

การศึกษางานวิจัยในประเทศข้างต้นเป็นงานวิจัยในระหว่างปี 2541 ถึงปี 2548 พบโดยสรุปดังนี้ 1) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนด้วยวิธีปกติ หรือเปรียบเทียบโดยมีตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อวิชาของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบโดยสรุป คือ กลุ่มทดลองมี มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อวิชาสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ 2) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการทดลองพบโดยสรุป คือ กลุ่มทดลองหลังเรียนมีมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ และมีงานวิจัยที่แสดงผลมโนทัศน์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่นๆควบคู่กับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศข้างต้น พบโดยสรุปดังนี้ 1) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเรียนการสอนแบบปกติที่ศึกษาตัวแปรได้แก่ มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างความรู้ การนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อวิชาของนักเรียน ผลการวิจัยโดยสรุป คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างความรู้ การนำความรู้ไปใช้

และ เจตคติต่อวิชาของนักเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ 2) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบโดยสรุป คือ มโนทัศน์ของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ3) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเป็นการวิจัยเชิงหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลกับตัวแปรอื่น ได้แก่ มโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยโดยสรุป คือ ความสามารถในการให้เหตุผลของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งความสามารถในการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) มีแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest) ดังภาพที่ 2

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

O_1	หมายถึง	การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง
X	หมายถึง	การสอนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
~X	หมายถึง	การสอนแบบปกติ
O_2	หมายถึง	การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษากทม. กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน

กำหนดให้โรงเรียนวัดนวลนรดิศ เขตภาษีเจริญ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นแหล่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากโรงเรียนดังกล่าวเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โดยระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเปิดสอนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นอกจากนี้ผู้บริหารและอาจารย์ของโรงเรียนวัดนวลนรดิศได้ให้การส่งเสริมการวิจัยในสถานศึกษา

2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวน 4 ห้องเรียน จึงพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว 40241 ชีววิทยา 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของนักเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ว 40241 ชีววิทยา 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของนักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (\bar{X}) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในรายวิชา ว 40241 ชีววิทยา 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดห้องเรียนที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน โดยที่นักเรียนของทั้งสองห้องเรียนมีความสามารถในการเรียนไม่แตกต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

ห้องเรียน	ค่าสถิติ	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	F-test
ม. 5/1		78	5.48	8.93*
ม. 5/2		66	6.87	
ม. 5/3		67	6.10	
ม. 5/4		74	7.35	

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 1 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (post hoc comparisons) เพื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนห้องใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 พิจารณาห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า นักเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน หรือ 2 คู่ มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ห้อง ม.5/1 กับ ม.5/4 และ ม.5/2 กับ ม.5/3

2.4 เลือกห้องเรียนที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาความร่วมมือของอาจารย์ที่ปรึกษาจึงได้ห้องม.5/2 และ ม.5/3 เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.5 ทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 47 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 47 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์มี 2 แบบ ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ประเภท ได้แก่

2.1 แบบวัดমনทัศน์ชีววิทยา

2.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. **เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์ มี 2 แบบ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาชีววิทยาจากหนังสือ การจัดการเรียนรู้อุทิศสู่สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่จัดทำขึ้นโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือเรียน และคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน จากคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์

รายละเอียดการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. คัดเลือกเนื้อหาเรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการพัฒนานักศึชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ซึ่งปรากฏอยู่ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเจริญเติบโตของสัตว์ รายวิชา ว 40242 ชีววิทยา 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ซึ่งมีหัวข้อมโนทัศน์ ดังนี้

1. การสืบพันธุ์ของสัตว์

1.1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

1.2 การสืบพันธุ์ของสัตว์เซลล์เดียว

1.3 การสืบพันธุ์ของคน

1.4 กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของคน

2. การเจริญเติบโตของสัตว์

2.1 การเจริญเติบโตและเกณฑ์ในการวัดอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์

2.2 การเจริญเติบโตของสัตว์ระยะเอ็มบริโอและหลังระยะเอ็มบริโอของสัตว์

2.3 การเจริญเติบโตของคน

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอและลูกอ่อน

จากหัวข้อมโนทัศน์ดังกล่าวนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้จำนวน 9 แผน รวม 20 คาบ

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง ซึ่งรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เนื้อหาและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	ความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์	2
2	ประเภทของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	2
3	โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย	3
4	โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง	3
5	ความหมายของการตกไข่ การปฏิสนธิ และการตั้งครรภ์	2
6	สาเหตุการมีบุตรยากและการรักษา	2
7	ความหมายของการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตในระยะเอ็มบริโอ	2
8	ความหมายและประเภทของเมแทบอลิซึม	2
9	การเจริญเติบโตของสัตว์ชนิดต่างๆ	2
รวม		20

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความถูกต้องของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลอุปนัย แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

6. แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิสรุปได้ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นบททวนประสบการณ์เดิม มีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ ในชั้นบททวนประสบการณ์เดิมควรมีวิธีการและใช้สื่อหลากหลาย เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับบทเรียน รวมทั้งเพิ่มเวลาในการทบทวนความรู้เดิมให้เหมาะสมกับคำถามที่ใช้

2) หลังจบแต่ละบทเรียนควรเพิ่มเติมเนื้อหาที่นอกเหนือจากที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการจัดเอกสารอ่านเพิ่มเติมโดยระบุเนื้อหาที่เป็นรายละเอียดเพิ่มเติมจากมโนทัศน์ที่เรียน หรือค้นคว้าเพิ่มเติมหลังการจัดการเรียนการสอนแล้ว

3) การใช้คำถามในแต่ละชั้นของแผนการจัดการเรียนรู้ควรมีความกระชับ ชัดเจนและตรงประเด็น

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนวัดนवलนรดิศ ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อบกพร่องที่พบ คือ การแบ่งเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้นยังไม่เหมาะสม เนื่องจากใช้เวลานานขึ้นของการปรับเปลี่ยนความคิดมากเกินไป ทำให้ไม่สามารถสรุปเนื้อหาได้ทันภายในคาบเรียนแล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งแล้วนำไปใช้ทดลองในการวิจัยครั้งนี้

2) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ดำเนินการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แต่ไม่มีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

รายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1) แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เป็นแบบวัดความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยสร้างตามแนวคิดของ Odum และ Kelly (2001) โดยมีการเพิ่มอัตรานัยในส่วนที่เป็นเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะการเขียนเหตุผลอธิบายและคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม แบบวัดมโนทัศน์จึงมีลักษณะแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ตอนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวัด

4. สร้างแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการจะวัด โดยสร้างแบบวัดเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาและส่วนเหตุผลสนับสนุน ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือ ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ได้ 0 คะแนน

5. นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ชีววิทยาในเนื้อหาการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัด

6. นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

6.1 การใช้ภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้

1) การใช้คำถามต้องมีความชัดเจน กระชับและตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการถาม เช่น การที่เพศชายที่ทำหมันถาวรแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ยังสามารถมีบุตรได้ เพราะเหตุใด เป็นข้อคำถามที่ไม่ชัดเจน และไม่กระชับ จึงควรแก้เป็น เพศชายหลังจากทำหมันแล้ว 2 สัปดาห์ ยังสามารถมีบุตรได้เพราะอสุจิจังอยู่ที่โครงสร้างใด เป็นต้น

2) คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ควรใช้เป็นภาษาไทย และควรมีภาษาอังกฤษควบคู่ไปด้วย เช่น เซลล์เริ่มต้น (oogonium) ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง เป็นต้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

6.2 การใช้ภาพประกอบคำถาม มีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ ควรเลือกภาพที่มีขนาดที่สามารถเห็นได้ชัดเจนตรงตามจุดประสงค์ของคำถาม และคำถามที่ใช้ประกอบภาพต้องมีความชัดเจน เช่น คำถามข้อ 24 คำถามประกอบภาพ คือ จากภาพเป็นการเจริญเติบโตระยะใด เป็นคำถามที่ไม่ตรงกับจุดประสงค์และไม่ชัดเจนในการใช้คำถาม จึงควรแก้เป็น ภาพแสดงกระบวนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอกระบวนการใด เป็นต้น

6.3 ในการใช้ตัวเลือกควรเป็นตัวเลือกที่ไม่ขึ้นคำตอบในข้อนั้นๆ เพื่อป้องกันการเดาคำตอบ และชี้แนะการแสดงผลประกอบในการเลือก

7. นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาชีววิทยาเรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์แล้วจำนวน 47 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนวิเคราะห์

หาคุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (TAP version 6.63) เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ

8. พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ คือ ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ มีข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ จากนั้นเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัด โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และแก้ไขปรับปรุงภาษาให้มีความกระชับ

9. นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 30 ข้อไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเดิม และนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (TAP version 6.63) เพื่อหาความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81 และผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมดังกล่าวเพื่อหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก พบว่า แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาทั้ง 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20–0.70 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21–0.86 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 3 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ จำแนกตามเนื้อหาเรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์

เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ
1. ความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์	3
2. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	3
3. โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย	4
4. โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง	5
5. ความหมายการตกไข่ การปฏิสนธิและการตั้งครรภ์	3
6. สาเหตุการมีบุตรยากและการรักษา	3
7. ความหมายการเจริญเติบโตและการเจริญเติบโตในระยะเอ็มบริโอ	3
8. ความหมายและประเภทของเมแทบอลิซึม	3
9. การเจริญเติบโตของสัตว์ชนิดต่างๆ	3
รวม	30

2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นข้อสอบปรนัยแบบ

เลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการอ้างเหตุผลแบบอุปนัยของ Mill โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัด โดยเป็นแบบวัดที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ หรือ ทำนายผล ซึ่งแบบวัดดังกล่าวเป็นแบบวัดแบบคู่ขนานใช้สำหรับทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง

2. กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของแบบวัด

2.1 ศึกษาความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

2.2 ศึกษาหลักการและลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

2.3 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงอุปนัย จัดทำตารางวิเคราะห์โครงสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยสร้างแบบวัดคู่ขนานจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีจำนวน 20 ข้อ

2.4 สร้างแบบวัดปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยข้อสอบแต่ละข้อคำถามจะเกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยา โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ซึ่งนำไปสู่ข้อคำถาม นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือ ตอบมากกว่า 1 ข้อ หรือ ไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษาและความครอบคลุมของการให้เหตุผลเชิงอุปนัย แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาความครอบคลุมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง ตลอดจนความถูกต้องและชัดเจนของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัด

2.6 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การจัดเรียงตัวเลือก มีข้อควรปรับปรุง คือ ควรมีการเรียงตัวเลือกตามความยาวของตัวเลือกนั้น อาจเรียงจากตัวเลือกที่มีความยาวสั้นไปหาตัวเลือกที่มีความยาวยาว หรือ เรียงจากตัวเลือกที่มีความยาวยาวไปหาตัวเลือกที่มีความยาวสั้น เพื่อให้ข้อสอบมีความเป็นระเบียบสวยงาม

2) ในการจัดเรียงข้อสอบแต่ละข้อ มีข้อควรปรับปรุง คือ ส่วนที่เป็นสถานการณ์และส่วนที่เป็นข้อคำถามนั้น ควรจัดให้อยู่ภายในหน้าเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการทำแบบวัด

3) ในการกำหนดสถานการณ์จะต้องให้ข้อมูลที่ชัดเจน ไม่ทำให้ผู้ทำแบบวัดมีความเข้าใจในสถานการณ์ที่คาดเคลื่อน เช่น สถานการณ์ที่เป็นการทดลอง ต้องระบุตัวแปรควบคุมทั้งหมด ไม่ระบุเฉพาะตัวแปรอิสระเท่านั้น เพื่อให้ข้อสอบมีความชัดเจนและแสดงจุดประสงค์ของข้อสอบนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยจำนวน 2 ชุด ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 47 คน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (TAP version 6.63) มีความเที่ยง 0.49 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.16-0.92 และอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้ออยู่ในช่วง 0.13-0.89

2.8 พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพข้อสอบรายข้อแล้ว โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป มีข้อสอบที่ใช้ได้ในแต่ละชุดจำนวน 18 ข้อ จากนั้นเลือกข้อสอบเพื่อทำแบบวัด และปรับปรุงแก้ไขภาษาให้มีความกระชับ

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอุปนัยที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจำนวน 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีจำนวน 18 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเดิม แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ (TAP version 6.63) เพื่อหาความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.79 และผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมดังกล่าวเพื่อหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกพบว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทั้ง 2 ชุด มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23-0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.75 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

3. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 เตรียมนักเรียนกลุ่มทดลองโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1.1 แนะนำบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

1.1.2 ฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แก่นักเรียน ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล การสื่อสาร

1.2 เตรียมนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยชี้แจงแผนกิจกรรมระยะยาว ตลอดจนบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดช่วงระยะเวลาของการดำเนินการทดลอง

2. ขั้นดำเนินการทดลอง ดำเนินการสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้

แผน การจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบเรียนๆ ละ 55 นาที รวมทั้งสิ้น 20 คาบเรียน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน 2550

3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง จัดการทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ใช้เวลา 60 นาที และทดสอบก่อนเรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย (ฉบับทดสอบก่อนเรียน) โดยเป็นแบบวัดคู่ขนาน ใช้เวลา 40 นาที ในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง จากนั้นนำผลทดสอบเฉพาะมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ย เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง หลังจากดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทดสอบหลังเรียนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ฉบับเดิม โดยใช้เวลา 60 นาที และทดสอบหลังเรียน

เฉพาะกลุ่มทดลอง ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย (ฉบับทดสอบหลังเรียน) โดยเป็นแบบวัดคู่ขนาน โดยใช้เวลา 40 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลแล้วได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ที่ใช้ในการวิจัยแต่ละประเภททำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

หาค่าค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนนิเทศน์ชีวิตวิทยา หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 FOR WINDOWS แล้วประเมินผลคะแนนนิเทศน์ชีวิตวิทยาโดยนำค่าเฉลี่ยร้อยละ เทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการดังปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ของกรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 24)

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80-100	มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก
70-79	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
60-69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50-59	มีความสามารถอยู่ในระผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่สุดที่กำหนดไว้
0-49	มีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

4.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test)

1. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีวิตวิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 FOR WINDOWS

2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 FOR WINDOWS

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยมีมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยมีคะแนนเต็มเท่ากับ 30 และ 20 คะแนน ตามลำดับ ดังปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยและคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของตัวแปรตามของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตัวแปรตาม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$)
มโนทัศน์ชีววิทยา	21.54	71.81
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย	13.46	74.78

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 71.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี และคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเท่ากับ 74.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 60 และจัดอยู่ในเกณฑ์ความสามารถระดับดี

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาและ
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียน
กลุ่มควบคุม ปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของ
คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	21.54	2.26	10.596*
กลุ่มควบคุม	16.17	3.50	

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า
นักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยก่อนและหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	ก่อนการเรียน		หลังการเรียน		t - test
	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	
กลุ่มทดลอง	7.59	2.50	13.46	1.29	10.61*

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 7 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 47 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลอง และวัดมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{X} ร้อยละ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 71.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 74.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) มโนทัศน์ชีววิทยา และ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ซึ่งอภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. มโนทัศน์ชีววิทยา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 71.81 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 4 ซึ่งแสดงว่าการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ชีววิทยา ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Calik (2007) ที่พบโดยสรุป คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลวสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และผลการศึกษาของสุจินต์ เลี้ยงจรรยารัตน์ (2543) ที่พบโดยสรุป คือ มโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงที่สุดเกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบใช้แฟ้มสะสมผลงาน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ในการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งด้วยตนเองและร่วมกลุ่ม โดยกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความสำคัญในการส่งเสริมมโนทัศน์ของนักเรียน ได้แก่

1) นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในกิจกรรมการเรียนการสอนก่อนการสร้างความรู้มีการจัดกิจกรรมทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมของตนเอง โดยผ่านการเขียน การอภิปราย จากนั้นนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ครูจัดเตรียม โดยที่นำสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ และนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์และสรุปเพื่อสร้างความรู้ พร้อมทั้งนำเสนอและอภิปราย นำไปสู่การปรับข้อความรู้ที่สร้างขึ้นและเชื่อมโยงความรู้ที่สร้างขึ้นกับความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทั้งยังมีการตรวจสอบความรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ถูกต้องและครบถ้วน สมบูรณ์ ซึ่งการนำสื่อการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเสนอข้อมูลแก่นักเรียนนั้นอาจมีส่วนช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างความรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ ดังนั้นการสร้างความรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูล ค้นคว้า อภิปรายทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น

2) นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ไปใช้ นอกจากนักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมการเรียนการสอน หลังจากนั้นนักเรียนมีความเข้าใจความรู้ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้ว นักเรียนมีโอกาสถ่ายโยงความรู้ทำให้เกิดความเข้าใจ โดยผ่านกิจกรรม ได้แก่ การออกแบบโปสเตอร์ การแต่งเพลง แต่งคำประพันธ์ การเขียนผังมโนทัศน์ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน และความจำที่คงทน ซึ่งสนับสนุนผลการศึกษาศึกษาของ Schwarz (2007) ที่พบโดยสรุปว่า EIMA model ซึ่งเป็นการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลต่อความสามารถในการสร้างความรู้และการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียน ซึ่งการนำความรู้ไปใช้นั้นเป็นการนำความรู้ไปปฏิบัติซ้ำอีกครั้งส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นมากขึ้น (Lawson, 1998: 173-174)

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเท่ากับ 74.79 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติทั้งด้วยตนเองและร่วมกลุ่ม โดยกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียน ได้แก่

1) นักเรียนตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง สมมติฐานในกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า ซึ่งในขั้นนำของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นักเรียนจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับบทเรียนที่นักเรียนกำลังจะเรียนและในขั้นทบทวนความรู้เดิมนักเรียนจะคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม อาจเกิดจากการสังเกต การสืบค้น ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอุปนัยให้ได้ข้อสรุปแล้วตั้งเป็นสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะการอุปนัย

2) นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง นอกจากการตั้งสมมติฐานก่อนการปฏิบัติกิจกรรมแล้ว ในขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุป สร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการอุปนัยซึ่งนักเรียนมีโอกาสในการฝึกทักษะการอุปนัยซ้ำอีกครั้ง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนามโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรมีการจัดทำเอกสารประกอบหลักสูตร เช่น คู่มือครู ประมวลการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการเสนอทางเลือกในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ควรรำนำหลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการวางแผนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ จึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับสาขาอื่นๆ

2.2 ควรทำการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ซึ่งตัวแปรดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เช่น ความสามารถสรุปผล ความสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา เป็นต้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. **สารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพฯ :
กระทรวงศึกษาธิการ.
- กึ่งฟ้า สินธุวงษ์. 2547. **ปีเอเจท์: การเรียนรู้กับการพัฒนาผู้เรียน.** ขอนแก่น: โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กึ่งฟ้า สินธุวงษ์. 2550. **การสอนเพื่อพัฒนาการคิดและการเรียนรู้.** ขอนแก่น: โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กีรติ บุญเจือ. 2547. **ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คชานน สุวรรณพันธ์. 2543. **โครงสร้างการเปลี่ยนมโนทัศน์ เรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคผังมโนทัศน์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. **แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559).**
กรุงเทพฯ : บริษัท พรินทิงกราฟฟิค จำกัด.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2547. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542
แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.** กรุงเทพฯ : บริษัท พรินทิงกราฟฟิค.
- คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่เก้า พ.ศ. 2545-2549.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2549. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบ พ.ศ. 2550-2554.** กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.
- คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, ทบวงมหาวิทยาลัย.
2525. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1.** กรุงเทพฯ :
ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จันทร์เพ็ญเชื้อพานิชและสร้อยสน สกลรักษ์. **ประมวลบทความผลการเรียนการสอนและการ
วิจัยระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จำนง พรายแย้มแข. 2516. **เทคนิคและวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

- ซัชชัย คุ่มทวีพร. 2534. **ตรรกวิทยา**. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชัยพร วิชชาวุธ. 2519. **จิตวิทยาฉบับประสบการณ์**. กรุงเทพฯ: สารมวลชน.
ทดสอบ, สำนัก. 2546. **สถิติคะแนนการทดสอบความถนัดทางการเรียน**.
[Online]. Available from : <http://gpa.moe.go.th/sat/sat46> [2007,January 15]
- ธีระชัย ปุณณโชติ. 2537. หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์.
ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4.
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2539. **การพัฒนาการสอน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุจริยสารสัน.
- ประวีณา นิลนวล. 2541. **ผลของการใช้รูปแบบการสอนตามกรอบแนวคิดผู้เรียนสร้าง
ความรู้เองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาร ทิพย์ธารา. 2521. **คู่มือประกอบการศึกษาวิชาจิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ:
อักษรบัณฑิต.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2525. **การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์**. เอกสารการสอนชุดวิชาการ
สอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1- 7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. กรุงเทพฯ:
ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ.2549. **วิธีวิทยาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ด้วยหลักการสอน 3S+I : การบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพฯ :
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. 2550. **ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้
และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. 2548. **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2537. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2541. **ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**.
ในสาระการศึกษา ESSENCE OF EDUCATION “การเรียนการสอน”. กรุงเทพฯ:
กองทุนศาสตราจารย์ ดร.อุบล เรียงสุวรรณ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิโชติ พงษ์ศิริ. 2542. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึ่มด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตาม คู่มือครู.** วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุษาฎีบัณฑิต. วิชาเอกมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531. **การสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศาลรัฐธรรมนุญ, สำนักงาน. 2547. **รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540.** กรุงเทพฯ: สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. 2535. **คู่มือการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2547. **สรุปผลการประเมินคุณภาพ การศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา 2546-2547.** กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2531. **25 ปี สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพฯ: คอมม่าดีไซร์แอนด์พรินท์.
- สุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัจน์. 2543. **ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิซึ่มและการใช้แฟ้มผลงานในการสอนหัวข้อเรื่อง พลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุษาฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจินต์ วิศวรรานนท์. 2538. **ระบบการเรียนการสอน.** นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุมาลี กาญจนชาติ. 2543. **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุษาฎีบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2545. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

- สุรศักดิ์ วาจาสิทธิ์และคณะ(รวบรวม). 2546. **รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิญญูชน.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517. **การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซ็นเตอร์.
- สุวัฒน์ ไกรมาก. 2544. **ผลของการใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโดยวิธีการวิจัยปฏิบัติการที่มีต่อมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โสภภาพรณ แสงศัพท์. 2538. **มโนภาพที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ในวิชาแสงที่ได้จากการพิจารณาคำตอบอย่างเดียวกับวิธีพิจารณาทั้งคำตอบและเหตุผลของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มโรงเรียนที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร. 2542. **ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

- Ausubel, D. P. 1968. **Educational psychology**. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bitner, B. L. 1991. Formal operational reasoning model: Predictor of critical thinking abilities and grades assigned by teachers in science and mathematics for students in grades nine through twelve. **Journal of Research in Science Teaching** 28: 265-274.
- Brooks, J. G. and Brooks, M. 1993. **In search of understanding: The case for constructivist classrooms**. Virginia: ASCD.
- Calik, M. 2006. A constructivist-based model for the teaching of dissolution of gas liquid. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching** 7: 257-266.

- DeCecco, J.P. 1986. **The psychology of learning and instruction: Educational psychology.** London: Pentice-Hall.
- DeCecco, J.P., and Crawford, W.R. 1974. **The psychology of learning and instruction: Educational psychology.** 2nd ed. Englewood: Pentice-Hall.
- Ernest, P.T. 1996. **Constructivism: Theory, perspective, and practice.** New York: Teacher College Press.
- Faulkner, S.P. 1993. The influence of instructional strategy on cell concept learning and science attitude by fifth and sixth-grade children. Ph.D., University of Southrn Mississippi. **Dissertation Abstracts International** 54: 879 A.
- Gagne, M.R. 1985. **The conditions of learning and theory of instruction.** 4th ed. New York: Holt, Rinchart and Winston.
- Gibson, J.T. 1980. **Psychology for the classroom.** New Jersey: Prentice-Hall.
- Good, C.V. 1973. **Dictionary of education.** New York: Mcgraw-Hill company
- Gregory, B., and other. 2002. **Critical Thinking a stusent's introduction.** 2nd ed. New York: The McGraw-Hill companies.
- Haslam, F. and Treagust, D.F. 1987. "Diagnosing secondary student misconceptions of photosynthesis and respiration in plant using a two-tier multiple choice instrument" **Journal of Biological Education** 21: 203-211.
- Hsu, Y. and Wu, H. 2008. Fostering high school student's conceptual understandings about season: The design of a technology enhanced learning environment. **Research in Science Education** 38 : 127-147.
- Jacobson, W. J., and Bergman, A. B. 1991. **Science for children a book for teachers.** 3rd ed. Englewood Cliffts, New Jersey: Prentice Hall.
- Johnson, A. M. and Lawson, E. A. 1998. What are the relative effect of reasoning ability and prior knowledge on biology achievement in expository and inquiry classroom?. **Journal of Research in Science Teaching** 35: 89-103.
- Kumar D. 2007. Effect of a problem based simulation on the conceptual understanding of undergraduate science education students. **Journal of Science Education & Technology** 16 : 239-246.

- Lavoie, D.R. 1999. Effect of emphasizing hypothetico-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understandings in biology. *Journal of Research in Science Teaching* 36: 1127-1147.
- Lawson, A. E.,. 1995. **Science teaching and the development of thinking.**
The United States of America : Wadsworth.
- Lawson, A. E.,. 2000. What kinds of scientific concept exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching* 9: 996-1018.
- Lawson, A. E., and Worsnop, William A.. 1992. Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching* 29: 143-166.
- Lovell, K. 1966. **The growth of basic mathematical and scientific concepts in children.**
London: University of London Press.
- Mathews, R.M. 1994. **Science teaching: The role of history and philosophy of science.** New York: Routledge.
- McDonald, F.J. 1960. **Educational psychology.** 2nd ed. San Francisco: Wadsworth Publishing.
- Merril, M.D. 1997. **Constructivism and instruction design.** [Online]. Available from : <http://www.coe.uh.edu/courses/Cuin7345/Constructivism/module3.html> [2007,January 20].
- Mill, S. J. 1970. **A system of logic.** London: Spottiswoode, Ballantyne.
- Murphy, E. 1997. **Constructivist checklist, application of constructivist checklist.**
[Online]. Available from : <http://www.stemnet.nf.ac/~emurphy/emurphy/cle4-5a.c.html>[2007,January 10].
- Nitko, A.J. 2004. **Educational assessment of students.** 4th ed. New Jersey : Pearson Education.
- North Alabama University. 2002. **CAPP science reasoning test-srring 2002** [Online]. Available from: <http://www0una.edu/research/spring.html>[2007, February 17].

- Odum, A.L., and Kelly,P.V. 2001. Intregrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school biology students. **Science Education** 85 : 615-635.
- Regen L. 1997. **The case for constructivist classroom**. [Online]. Available from: [http:// www.nekese.koz.us/intro/constructivist](http://www.nekese.koz.us/intro/constructivist). [2007, February 12].
- Retha, D. 1994. **A pre-conference workshop on constructivist early education**.
กรุงเทพฯ: เอกสารประกอบการสัมมนา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Romey, W.D. 1986. **Inquiry techniques for teaching science**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Rugen, L. 1997. **The case for constructivist classroom**. [Online]. Available from: <http://www.nekese.kiz.ks.us/intro/constructivist> .[2007, February 12].
- Savery, J. R., andDuffy, T. M. 1995. Problem based teaching : An instructional model and its constructivist framework. **Education Technology** 35: 1-38.
- Schwarz, V. C. and Gwekwerere, N. Y.2007. Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. **Science Education** 19: 158-186.
- SDSU Educational Technology. 2006. **Teaching a concept** [Online]. Available from : <http://coe.sdsu.edu/eet/Articles/taconcept/index.html> [2006,December 20].
- Selley, N. 1999. **The art of constructivist teaching in the primary school: A guide for student and teachers**. London: David Futton Publishers.
- Slavin, R. E. 1995. **Cooperative learning: Theory, research, and practice**. Boston: Allyn and Bacon.
- Sund, R. B., and Trowbridge, L. W. 1973. **Teaching science by inquiry in secondary school**. 2nd ed. Ohio : A bell& Howell.
- Weil, M. and Joyce, B. 1978. **Information processing model of teaching**. New Jersey : Prentice-Hall.
- Wilson, B., and Cole, P. 1991. A review of cognitive teaching models. **Educational Technology Research and Development** 39: 47-64.
- Woolfolk, A.E. 1995. **Educational psychology**. 6th ed. Ohio: A Simon & Schuster.
- Zahoric, J.A. 1995. **Constructivist teaching (Fastback390)**. Bloomington, Indiana: PhiDelta Kappa Educational Foundation.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
(อาจารย์เกษียณ) |
| 2. อาจารย์ดวงกมล เหมะรัตน์ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ |
| 3. อาจารย์ จิตรา พิณโสภาส | ศึกษานิเทศก์เขต 2 กรุงเทพมหานคร |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

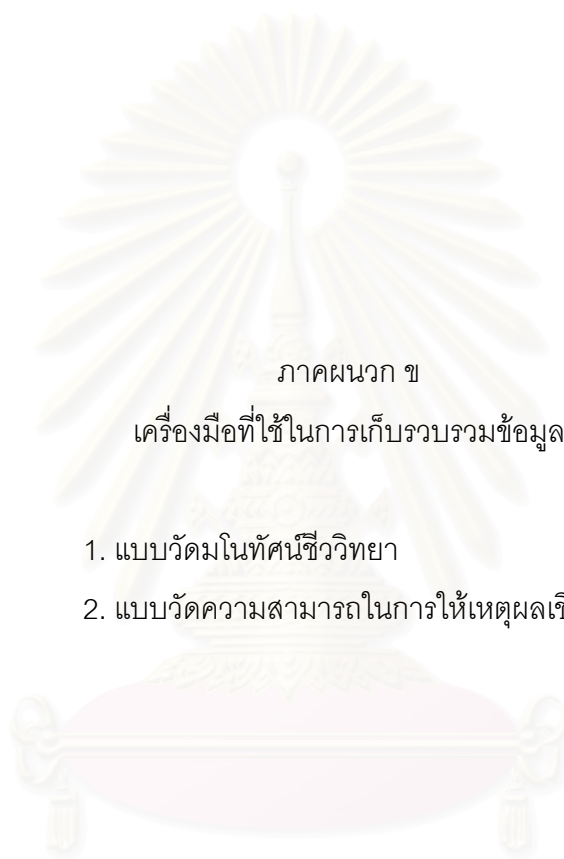
- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรวรรณ สัตตยาลัย | อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรณู ถาวโรฤทธิ | อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(อาจารย์เกษียณ) |
| 3. อาจารย์ นิพนธ์ ศรีนฤมล | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พญาไท |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริเพ็ญ พิริยจิตกรกิจ | อาจารย์คณะอักษรศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นवलจิตต์ เขาวกีรติพงศ์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 3. อาจารย์ ดร. ชนะวัฒน์ บุณนาค | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจิตรลดา |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา
2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา
เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

คำชี้แจง

1. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและเขียนเหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าวลงในกระดาษคำตอบ
2. แต่ละข้อคะแนนเต็ม 1 คะแนน โดยต้องเลือกตัวเลือกและเขียนเหตุผลถูกต้อง
3. ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ
4. เวลา 60 นาที

1. ความแตกต่างระหว่างการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศคือข้อใด
 - ก. ชนิดของเซลล์เริ่มต้น
 - ข. ขนาดของเซลล์ที่ได้
 - ค. กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
 - ง. กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

.....

2. การงอกใหม่ที่เกิดเป็นการสืบพันธุ์และไม่เกิดเป็นการสืบพันธุ์มีความแตกต่างกันในเรื่องใด
 - ก. ขนาดของสิ่งมีชีวิตที่ได้หลังการงอกใหม่
 - ข. ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ได้หลังการงอกใหม่
 - ค. จำนวนสิ่งมีชีวิตที่ได้หลังการงอกใหม่
 - ง. เพศของสิ่งมีชีวิตที่ได้หลังการงอกใหม่

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

.....

3. ข้อใดจัดเป็นการสืบพันธุ์

- ก. การงอกใหม่ของหางจิ้งจก
- ข. การแตกยอดของต้นกระถิน
- ค. การแบ่งตัวของจุลินทรีย์ในนมเปรี้ยว
- ง. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสร้างอวัยวะ

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

.....

4. การแตกหน่อและการแบ่งออกเป็นสองส่วนมีความแตกต่างกันในด้านใด

- ก. ขนาดของสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่ได้หลังการสืบพันธุ์
- ข. จำนวนสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่ได้หลังการสืบพันธุ์
- ค. รูปร่างที่ไม่ครบส่วนที่เกิดในการแตกหน่อ
- ง. สารพันธุกรรมที่อยู่ในเซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

.....

5. การที่เพศชายทำหมันถาวรแล้ว 2 สัปดาห์ยังสามารถมีบุตรได้เพราะมีโครงสร้างใด

- ก. หลอดสร้างอสุจิ
- ข. หลอดนำตัวอสุจิ
- ค. ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ
- ง. หลอดเก็บตัวอสุจิ

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

.....

6. ลักษณะเพศชายที่ปรากฏเป็นผลมาจากการทำงานของโครงสร้างใด

- ก. หลอดสร้างอสุจิ
- ข. เซลล์อินเตอร์สติเชียล
- ค. ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ
- ง. หลอดเก็บตัวอสุจิ

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

7. เพศชายสามารถมีบุตรได้ตั้งแต่วัยรุ่นไปจนตลอดชีวิตเพราะเหตุใด

- ก. มีการสร้างฮอร์โมนเพศชายตลอดชีวิต
- ข. มีกระบวนการสร้างอสุจิตลอดชีวิต
- ค. มีการพักตัวอสุจิที่หลอดเก็บตัวอสุจิ
- ง. มีการเพิ่มสรีรณะตัวอสุจิ

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

8. ถ้ามีเซลล์เริ่มต้นในการสร้างอสุจิจำนวน 16 เซลล์ จะสามารถสร้างอสุจิได้เท่าไร

- ก. 16 เซลล์
- ข. 32 เซลล์
- ค. 64 เซลล์
- ง. 128 เซลล์

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

9. ผู้หญิงในวัยเจริญพันธุ์หากตัดรังไข่ออกทั้งสองข้างจะมีผลต่อเรื่องใด

- ก. มดลูกฝ่อและไม่มีประจำเดือน
- ข. การมีบุตรและฮอร์โมนเพศหญิง
- ค. ฮอร์โมนเพศหญิงและมดลูกฝ่อ
- ง. การมีบุตรและไม่มีประจำเดือน

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

10. โครงสร้างใดในระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิงที่ทำหน้าที่คล้ายคลึงกับอัณฑะของเพศชาย

- ก. รังไข่
- ข. ท่อนำไข่
- ค. มดลูก
- ง. ช่องคลอด

เหตุผลที่เลือกคำตอบข้อดังกล่าว.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 1

ก้านสุ่มอะมีบาจำนวน 10 ตัว จากบีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาสังเกต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า อะมีบาจำนวน 9 ตัว มีการเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม ส่วนอะมีบาอีก 1 ตัวไม่มีการเคลื่อนที่

1. จากข้อความข้างต้นข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. อะมีบาจำนวน 9 ตัวเท่านั้นที่มีการเคลื่อนที่โดยใช้การไหลของไซโทพลาซึม
- ข. อะมีบาในบีกเกอร์ร้อยละ 10 เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- ค. อะมีบาในบีกเกอร์ร้อยละ 10 เคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- ง. อะมีบาบางตัวเคลื่อนที่โดยไม่อาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- จ. อะมีบาเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 2-3

ปฐมมา จารุพันธ์และปรียาภรณ์ ทำการทดลองเกี่ยวกับการแพร่ของต่างทับทิมในน้ำกลั่น โดยปฐมมาใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที จะเกิดสีม่วงของต่างทับทิมทั่วทั้งบีกเกอร์

จารุพันธ์ ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที จะเกิดสีม่วงของต่างทับทิมทั่วทั้งบีกเกอร์

ปรียาภรณ์ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที จะเกิดสีม่วงของต่างทับทิมทั่วทั้งบีกเกอร์

2. ปัจจัยที่ทำให้อัตราการแพร่ของต่างทับทิมแตกต่างกันคืออะไร

- ก. ปริมาณน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์
- ข. ขนาดของช้อนที่ตวงต่างทับทิม
- ค. อุณหภูมิขณะเกิดการแพร่ของต่างทับทิม
- ง. ความบริสุทธิ์ของต่างทับทิมที่ใช้ในการทดลอง
- จ. ความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดลอง

3. ในการทดลองดังกล่าวสิ่งที่ควรจัดให้เหมือนกันในทุกการทดลองคืออะไร

- ก. ปริมาณต่างทับทิม
- ข. ปริมาณน้ำกลั่น
- ค. ขนาดของอุณหภูมิ
- ง. ปริมาณต่างทับทิมและน้ำกลั่น
- จ. ปริมาณน้ำกลั่นและอุณหภูมิ

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 4

วาทีน ทำการทดลองโดยการนำหัวใจบที่ยังมีชีวิตอยู่ทำศึกษาแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 นำหัวใจบที่มีเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ติดอยู่ในน้ำเกลือปริมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่า หัวใจบเต้นช้าลง เมื่อดูดสารละลายจากแก้วที่ 1 มาใส่ในแก้วที่ 2 ซึ่งมีหัวใจบที่ตัดเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ออกไป พบว่า หัวใจบเต้นช้าลง

ชุดที่ 2 นำหัวใจบที่ตัดเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ออก มาใส่ในน้ำเกลือปริมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่า หัวใจบเต้นเร็วขึ้น เมื่อดูดสารละลายจากแก้วที่ 1 มาใส่แก้วที่ 2 ซึ่งมีหัวใจบที่ตัดเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ออก พบว่า หัวใจบเต้นเป็นปกติ

ชุดที่ 3 นำหัวใจบที่ตัดเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 ออก มาใส่ในแก้วที่มีน้ำเกลือปริมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า พบว่า หัวใจบเต้นเร็วขึ้น เมื่อดูดสารละลายจากแก้วที่ 1 ใส่ในแก้วที่ 2 ซึ่งมีหัวใจบที่มีเส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 อยู่ พบว่า หัวใจบเต้นเป็นปกติ

4. ปัจจัยที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจช้าลงคืออะไร

- ก. ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่กระตุ้นหัวใจบ
- ข. ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่แช่หัวใจบ
- ค. ขนาดของหัวใจบที่ใช้ในการทดลอง
- ง. สารเคมีที่เส้นประสาทสมองคู่ที่ 10 สร้างขึ้น
- จ. ปริมาณของน้ำเกลือที่ใช้ในการทดลอง

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 5

กลินีผกาเป็นนักศึกษาพยาบาล เธอต้องทำบันทึกรายงานผลการสำรวจเกี่ยวกับสุขภาพของเด็กอายุ 8 ปี จำนวน 5 คน ดังนี้

เด็กชายกร ภูมิลำเนาจังหวัดร้อยเอ็ด มีส่วนสูงและน้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน เจ็บป่วยบ่อย อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ข้าวเหนียว เนื้อเค็มทอด

เด็กหญิงแก้ว ภูมิลำเนาจังหวัดระยอง มีส่วนสูงและน้ำหนักมาตรฐาน สุขภาพแข็งแรง อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ข้าวผัดทะเล ปลาไส้ตันทอดกรอบ

เด็กหญิงกานต์ ภูมิลำเนาจังหวัดเชียงใหม่ มีส่วนสูงและน้ำหนักมาตรฐาน สุขภาพแข็งแรง อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ปลาทอด มะขามคูลูกเกลือ

เด็กชายกิต ภูมิลำเนาจังหวัดเลย มีส่วนสูงและน้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน อ่อนเพลียง่าย อาหารที่รับประทานบ่อย ได้แก่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ไข่ต้ม

5. สาเหตุที่ทำให้เด็กมีน้ำหนักและส่วนสูงน้อยกว่ามาตรฐานคืออะไร

- ก. เพศ
- ข. อายุ
- ค. ภูมิลำเนา
- ง. อาหาร
- จ. ความแข็งแรงของร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 6

เทวาสังเกตการผสมพันธุ์ของมดดำรังหนึ่งพบว่า เดือนที่ 1 มีมดดำตัวผู้เข้ามาผสมในรังนี้ ไม่นานมดดำตัวผู้ก็ตายหมด 3 เดือนต่อมา เมื่อมีการผสมพันธุ์อีกครั้งมดดำตัวผู้ที่เข้ามาก็ตายอีก หลังการผสมพันธุ์แล้ว เทวาสังเกตปรากฏการณ์นี้ต่อไปในเดือนที่ 6, 9 และเดือนที่ 12 ก็ได้ผล เช่นเดิม

6. นักเรียนสามารถสรุปผลการสังเกตของเทวาได้อย่างไร

- ก. มดดำทุกตัวที่เข้ามาในรังต้องตาย
- ข. มดดำหนึ่งตัวมีอายุ 3 เดือน
- ค. มดดำตัวผู้จะมีอายุ 3 เดือน
- ง. มดดำตัวผู้จะตายหลังการผสมพันธุ์
- จ. มดดำตัวผู้จะผสมพันธุ์ภายใน 1 ปี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 7

นายฟ้าลั่นศึกษาการแบ่งตัวของพารามีเซียม ขณะที่เข้ากำลังแบ่งพารามีเซียมลงในจานเลี้ยงเชื้อจำนวน 3 ใบนั้น เขาได้ทำสารละลายไซโตเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.01% หยดลงใ้จานเลี้ยงเชื้อใบหนึ่ง จากนั้นเขานำจานเลี้ยงเชื้อทั้ง 3 ใบไปไว้ในที่มืดเป็นเวลา 1 คืน พบว่า จานเลี้ยงเชื้อทุกใบมีจำนวนพารามีเซียมเพิ่มเป็น 5 เท่าจากจำนวนต้นต้น ยกเว้นจานเลี้ยงเชื้อที่มีสารละลายไซโตเดียมคลอไรด์หยดลงไปมีจำนวนพารามีเซียมจำนวนเท่าเดิม เขาคิดว่าสารละลายไซโตเดียมคลอไรด์น่าจะมีผลทำให้พารามีเซียมไม่แบ่งตัว

7. นักเรียนคิดว่าฟ้าลั่นควรออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบความคิดของเขา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้

- ก. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่ไซโตเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียม ใส่ไซโตเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่สว่าง
- ข. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่ไซโตเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียมวางไว้ในที่สว่าง
- ค. ชุดที่ 1 พารามีเซียมวางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียมวางไว้ในที่สว่าง
- ง. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่ไซโตเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียมวางไว้ในที่มืด
- จ. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่ไซโตเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่สว่าง
ชุดที่ 2 พารามีเซียมวางไว้ในที่สว่าง

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถอุปนิสัย
(แบบทดสอบหลังเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีทั้งหมด 12 หน้า จำนวน 18 ข้อ
 คะแนนเต็ม 18 คะแนน เวลาในการสอบ 40 นาที
2. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้แต่ละข้อ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัดฉบับนี้
4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 1

วิทยาทำการเพาะเลี้ยงพารามีเซียมในปีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นสุ่มพารามีเซียมจำนวน 20 ตัว มาสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า พารามีเซียมจำนวน 18 ตัว มีการเคลื่อนที่โดยขณะเคลื่อนที่ชนเล็กรอบลำตัวมีการพัดโบกไปมาคล้ายระลอกคลื่น ส่วนพารามีเซียมอีก 2 ตัวไม่มีการพัดโบกไปมาของชนเล็กรอบลำตัว โดยพารามีเซียมดังกล่าวลอยตามน้ำ

1. จากข้อความข้างต้นข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. พารามีเซียมที่นำมาสังเกตเท่านั้นที่มีการเคลื่อนที่โดยใช้การพัดโบกของชนเล็กรอบลำตัว
- ข. พารามีเซียมบางตัวมีการเคลื่อนที่โดยไม่ใช้การพัดโบกของชนเล็กรอบลำตัว
- ค. พารามีเซียมเคลื่อนที่โดยใช้การพัดโบกของชนเล็กรอบลำตัว
- ง. พารามีเซียมไม่จำเป็นต้องใช้ชนเล็กรอบลำตัวในการเคลื่อนที่
- จ. พารามีเซียมอาจมีโครงสร้างอื่นที่ใช้ในการเคลื่อนที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 2-3

รุจิรา พรชิตาและสุนิสา ทำการทดลองเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช โดยรุจิราตัดกิ่งชบาได้น้ำยาว 60 เซนติเมตร ปักในปิកเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงสังเกตพบว่าถุงด้านในมีไอน้ำเกาะเล็กน้อย

พรชิตาตัดกิ่งชบาได้น้ำยาว 60 เซนติเมตร ปักในปิกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงสังเกตพบว่าถุงด้านในมีไอน้ำเกาะมาก

สุนิสาตัดกิ่งชบาได้น้ำยาว 60 เซนติเมตร ปักในปิกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงสังเกตพบว่าถุงด้านในไม่มีไอน้ำเกาะ

2. ปัจจัยที่ทำให้อัตราคายน้ำแตกต่างกันคืออะไร

- ก. ปริมาณน้ำที่บรรจุในปิกเกอร์
- ข. ความยาวของกิ่งชบา
- ค. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง
- ง. สีถุงพลาสติก
- จ. ความบริสุทธิ์ของน้ำ

3. ในการทดลองดังกล่าวสิ่งที่ควรจัดให้เหมือนกันในทุกการทดลองคืออะไร

- ก. ความยาวของกิ่งชบา
- ข. ปริมาณน้ำ
- ค. อุณหภูมิ
- ง. ความยาวของกิ่งชบาและปริมาณน้ำ
- จ. ความยาวของกิ่งชบาและอุณหภูมิ

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 4

หนูเดือนทำการศึกษาเรื่องสารเคมีที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจกบ โดยนำหัวใจกบที่มีชีวิตอยู่ตัดเส้นประสาทสมองที่เชื่อมโยงกับหัวใจออกทั้งหมด นำไปแช่น้ำเกลือปริมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นทำการหยดสารเคมีลงบนหัวใจกบดังกล่าว และสังเกตการเต้นของหัวใจกบเป็นเวลา 1 นาที ได้ผลการทดลองดังนี้

หัวใจกบตัวที่	สารเคมีที่ใส่	จำนวนครั้งที่หัวใจเต้นใน 1 นาที
1	-	50
2	A, B, C	32
3	A, B, D	53
4	A, C, D	29
5	B, C, D	51

4. จากการทดลองสามารถเคมีที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงคือข้อใด

- ก. สาร A และสาร B
- ข. สาร B และสาร C
- ค. สาร A และสาร C
- ง. สาร B และสาร D
- จ. สาร C และสาร D

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 5

สมหมายเป็นเจ้าของหน้าทีด้านสุขภาพของโรงงานย้อมผ้าแห่งหนึ่ง ทำการบันทึก
รายงานประจำตัวพนักงาน 5 คน ดังนี้

นายพนัส สุขภาพแข็งแรง เป็นพนักงานทำความสะอาดทางเดินอาคารโรงงาน
นายพณูญ มีอาการปวดศีรษะบ่อยครั้ง เป็นพนักงานทำความสะอาดทางเดิน
โรงงานสวนโรงย้อมผ้า

นายพนา มีอาการปวดศีรษะบ่อยครั้ง เป็นพนักงานตรวจสอบย้อมผ้า
นายพนัญ มีสุขภาพแข็งแรง เป็นพนักงานจัดซื้อวัสดุย้อมผ้า
นายไพโรสญ มีสุขภาพแข็งแรง เป็นพนักงานขับรถส่งของ

5. สาเหตุของการปวดศีรษะคืออะไร

- ก. การทำงานเกี่ยวกับการย้อมผ้าโดยตรง
- ข. การทำงานในโรงงานย้อมผ้า
- ค. การทำงานที่สัมผัสสีย้อม
- ง. การทำงานนานเกินไป
- จ. การพักผ่อนไม่เพียงพอ

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 6

ทวีเที่ยวป่าในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคมในปีแรกที่เข้าเดินทางในป่าระหว่างทางที่เขาเดินผ่าน
ตลอดเส้นทาง เขาพบกิ่งก้อจับคู่ผสมพันธุ์กันจำนวนมาก ในปีถัดมาเข้าเดินทางมาที่ป่าแห่งเดิมใน
เดือนกรกฎาคม แต่เขาไม่พบปรากฏการณ์กิ่งก้อจับคู่ผสมพันธุ์กันเลยแม้แต่คู่เดียว ในปีที 3 ทวี
เดินทางมาที่ป่าแห่งนี้อีกครั้งในเดือนพฤษภาคม เขาพบปรากฏการณ์กิ่งก้อจับคู่กัน หลังจากนั้นปี
ที 4 5 และ 6 ทวีเดินทางมาในเดือนพฤษภาคม เขาก็พบปรากฏการณ์ดังกล่าวทุกปี

6. ทวีสามารถสรุปผลจากการสังเกตได้อย่างไร

- ก. กิ่งก้อผสมพันธุ์ในป่า
- ข. กิ่งก้อผสมพันธุ์ในช่วงเดือนพฤษภาคม
- ค. ทวีชอบเที่ยวป่าในเดือนพฤษภาคม
- ง. ทวีชอบดูกิ่งก้อ
- จ. ในป่ามีกิ่งก้อจำนวนมาก

จงใช้ข้อความที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 7

นายฟ้าครามศึกษาวิชาวงจรการสีพันธุของผึ้ง เขาจึงซื้อผึ้งเพื่อนำมาเลี้ยงจำนวน 3 กล่อง ขณะที่เขาชนกล่องเลี้ยงผึ้งใบที่ 2 นั้นปรากฏว่าเครื่องถ่ายเอกสารกำลังทำงานพอดีทำให้มีแสงไฟส่องมาที่กล่องใบที่ 2 ต่อมา เขาพบว่าผึ้งทุกกล่องสามารถขยายพันธุ์ให้ลูกหลานได้ ยกเว้น ผึ้งที่อยู่ในกล่องใบที่ 2 ที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ หลังการศึกษาเขาคิดว่าแสงจากเครื่องถ่ายเอกสารที่ส่องมายังกล่องเลี้ยงผึ้งใบที่ 2 น่าจะทำให้ผึ้งเป็นหมันได้

7. ฟ้าครามจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบความคิดของเขา และให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้

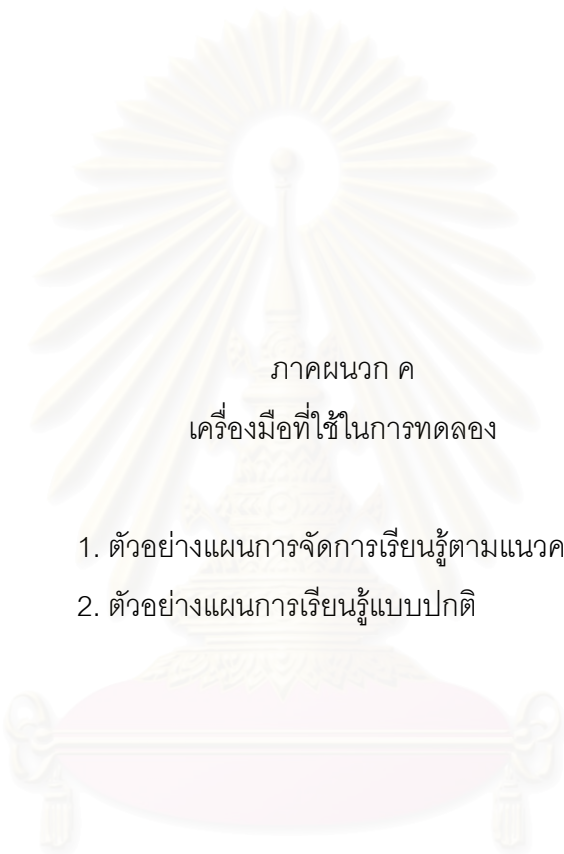
ก. ชุดที่ 1 เลี้ยงผึ้งเพศผู้และเพศเมียรวมกันแล้วผสมพันธุ์กัน
ชุดที่ 2 เลี้ยงผึ้งเพศผู้และเพศเมียแยกกันแล้วผสมพันธุ์กัน

ข. ชุดที่ 1 ผึ้ง ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน
ชุดที่ 2 ผึ้งไม่ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน

ค. ชุดที่ 1 ผึ้ง ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน
ชุดที่ 2 ผึ้ง ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน

ง. ชุดที่ 1 ผึ้ง ไม่ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน
ชุดที่ 2 ผึ้ง ไม่ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน

จ. ชุดที่ 1 ผึ้ง ไม่ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วผสมพันธุ์กัน
ชุดที่ 2 ผึ้ง ผ่านแสงเครื่องถ่ายเอกสารแล้วไม่ผสมพันธุ์กัน



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. ตัวอย่างแผนการเรียนรู้แบบปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เรื่อง ความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์	วิชา ชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)
วันที่.....	ผู้สอน น.ส. ชุติมา รอดสุด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ศึกษากิจกรรมที่กำหนดได้
2. อธิบายความหมายของการสืบพันธุ์ได้
3. จำแนกประเภทการสืบพันธุ์ได้
4. อธิบายลักษณะสำคัญของการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
5. เปรียบเทียบลักษณะของการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
6. ยกตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
7. ระบุประโยชน์ของการสืบพันธุ์ได้
8. ออกแบบและจัดทำแผนพับ เรื่อง ความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์ได้

สาระการเรียนรู้

สาระ

การสืบพันธุ์ (reproduction) หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่
การสืบพันธุ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. **การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ** (Asexual reproduction) หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ ที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนเดิม โดยไม่อาศัยการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น อะมีบา ดาวทะเล ยีสต์ พารามีเซียม รา เป็นต้น
2. **การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ** (Sexual reproduction) หมายถึง กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายพ่อแม่ โดยอาศัยการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ คือ เซลล์ไข่ และอสุจิ เช่น คน กบ สุนัข สิงโต สุนัข ปลา เป็นต้น

ประโยชน์ของการสืบพันธุ์ คือ ชนิดพันธุ์ต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้ เมื่อมีการสืบพันธุ์เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น

การเรียนรู้

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. ทักษะการสังเกต | 2. ทักษะการเปรียบเทียบ |
| 3. ทักษะการวิเคราะห์ | 4. ทักษะการจัดกลุ่ม |
| 5. ทักษะการสื่อความหมาย | 6. ทักษะการลงข้อสรุป |

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. ภาพกลุ่มหมีแพนด้า | 2. ภาพเคลื่อนไหวการแบ่งตัวของอะมีบา |
| 3. ภาพยนตร์การสืบพันธุ์ของปลา | 4. ภาพยนตร์การสืบพันธุ์ของกบ |
| 5. ภาพยนตร์การแตกหน่อของยีสต์ | 6. กระดาษฟลิปชาร์ด |
| 7. ปากกาเคมี | 8. กระดาษ 10 cm x 20 cm |
| 9. คอมพิวเตอร์ | 10. LCD |
| 11. กระดาษเอ 4 | |

กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน

1. ชี้นำ (5 นาที)

ครูแสดงภาพกลุ่มหมีแพนด้าประกอบการใช้คำถามดังนี้

- 1) สถานการณ์หมีแพนด้าในปัจจุบันเป็นอย่างไร (จำนวนลดลง)
- 2) หมีแพนด้าลดจำนวนลงเพราะเหตุใด (การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดขึ้นน้อยหรือเกิดได้ยาก)
- 3) จากตัวอย่างหมีแพนด้า นักเรียนคิดว่าการสืบพันธุ์หมายถึงอะไร แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (5 นาที)

ครูทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนตอบคำถามลงในกระดาษที่ครูเตรียมไว้ (กระดาษ 10 cm x 20 cm) ใช้เวลา 2 นาที แล้วส่งคืนครูโดยคำถามมีดังนี้

- 1) การสืบพันธุ์หมายถึงอะไร
- 2) การสืบพันธุ์แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

3. ชั้นปรับเปลี่ยนความคิด (30 นาที)

3.1 ชั้นทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนความคิด

3.1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยให้นักเรียนนับ 1 – 6 ผู้ที่นับเลขเหมือนกันให้เข้ากลุ่มเดียวกัน

3.1.2 ครูนำเสนอตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบต่างๆ ดังนี้

- 1) ภาพยนตร์การสืบพันธุ์ของกบ
- 2) ภาพยนตร์การแตกหน่อของยีสต์
- 3) ภาพยนตร์การสืบพันธุ์ของปลา
- 4) ภาพเคลื่อนไหวการแบ่งตัวของอะมีบา

ให้นักเรียนสังเกตโดยระหว่างนำเสนอให้นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลจากการชมภาพยนตร์

3.1.3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวิเคราะห์การสืบพันธุ์ของตัวอย่างที่ครูนำเสนอลงในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ด้วยตนเอง

3.2 ชั้นการปรับเปลี่ยนความคิดใหม่ (30 นาที)

3.2.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการสุ่มนำเสนอสรุปผลการวิเคราะห์ของกลุ่มหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 2 นาที โดยนำผลการวิเคราะห์ของกลุ่มติดไว้บนกระดาน

3.2.2 ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้

- 1) ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันในทุกกลุ่มมีอะไรบ้าง
- 2) การสืบพันธุ์มีสิ่งๆที่เหมือนกันคืออะไร (ได้สิ่งมีชีวิตตัวใหม่เกิดขึ้น)
- 3) การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ของตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำเสนอแตกต่างกัน

อย่างไร

- 4) ให้แต่ละกลุ่มสรุปผลความหมายของคำว่า “ การสืบพันธุ์ ”
- 5) ให้แต่ละกลุ่มสรุปประเภทของการสืบพันธุ์ และยกตัวอย่างประกอบ
- 6) การสืบพันธุ์มีประโยชน์อย่างไร

3.2.3 ครูให้นักเรียนปฏิบัติในการสรุปความหมายการสืบพันธุ์ และประเภทของการสืบพันธุ์ ปฏิบัติกิจกรรมคิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (think-pair-share)

3.2.4 นักเรียนทุกกลุ่มนำผลสรุปความหมายการสืบพันธุ์ และประเภทของการสืบพันธุ์ของแต่ละกลุ่มติดบนกระดาน

3.3 ชั้นการประเมินความคิดใหม่ (15 นาที)

3.3.1 นักเรียนพิจารณาความหมายของการสืบพันธุ์ ความหมายการสืบพันธุ์ และประเภทของการสืบพันธุ์ของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ

3.3.2 ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

1) ความหมายการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์ของแต่ละกลุ่มครบถ้วนหรือไม่ ถ้าไม่ครบถ้วนควรเพิ่มเติมอะไร

2) การสืบพันธุ์มีประโยชน์อย่างไร

3.3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์ลงในกระดาษที่ครูกำหนดให้

3.3.4 ครูนำสรุปความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์

4. ชี้นำความรู้ไปใช้ (5 นาที)

ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนออกแบบและจัดทำแผ่นพับ เรื่อง ความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์ โดยปฏิบัติตามบัตรคำสั่งที่ครูกำหนด

5. ชั้นทบทวน (10 นาที)

ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์ที่เขียนในชั้นประเมินความคิดใหม่เปรียบเทียบกับความคิดที่นักเรียนเขียนไว้ก่อนกิจกรรมการเรียนการสอนว่ามีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง โดยให้เขียนบันทึกการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. ประเมินการศึกษากิจกรรมที่กำหนด
2. ประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม
3. ประเมินด้วยแบบประเมินผลในชี้นำความรู้ไปใช้ (แบบประเมินแผ่นพับ)

ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เรื่อง ความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์	วิชา ชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	เวลา 2 คาบเรียน (110 นาที)
วันที่.....	ผู้สอน น.ส. ชุติมา รอดสุด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของการสืบพันธุ์ได้
2. จำแนกประเภทการสืบพันธุ์ได้
3. อธิบายลักษณะสำคัญของของการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
4. เปรียบเทียบลักษณะของการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
5. ยกตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบการการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้

สาระการเรียนรู้

การสืบพันธุ์ (reproduction) หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่

การสืบพันธุ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. **การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ** (Asexual reproduction) หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนเดิม โดยไม่อาศัยการรวมของเซลล์ เช่น อะมีบา ดาวทะเล ยีสต์ พารามีเซียม รา เป็นต้น
2. **การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ** (Sexual reproduction) หมายถึง กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายพ่อแม่ โดยอาศัยการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ คือ เซลล์ไข่และอสุจิ เช่น คน กบ สุนัข สิงโต สุนัข ปลา เป็นต้น

สื่อการเรียนรู้

1. ภาพประชากรยืนอยู่บนโลก
2. ภาพขั้นตอนการสืบพันธุ์ของอะมีบา

3. ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของปลา กัด
4. ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของรา
5. ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของกบ
6. ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของไก่
7. ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของยีสต์
8. กระดาษฟลิปชาร์ด
9. ปากกาเคมี
10. กระดาษขนาด 10 x 20 cm
11. โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์
12. คอมพิวเตอร์

กิจกรรมการจัดการเรียนการรู้

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โดยใช้แผ่นใสสรุปลักษณะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
2. ครูกล่าวว่า “การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นวิธีการสีบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตวิธีหนึ่ง”
3. ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้เรียนว่าความหมายของการสีบพันธุ์คืออะไร ประเภทของการสีบพันธุ์มีอะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร”

ขั้นกิจกรรม (80 นาที)

1. ครูบรรยายความรู้ ดังนี้
 - 1.1 ครูนำเสนอความหมายของการสีบพันธุ์แก่นักเรียน
 - 1.2 ครูนำเสนอว่า “การสีบพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสีบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการสีบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ”
 - 1.3 ครูบรรยายประกอบภาพ เรื่องการสีบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้ภาพตัวอย่าง ดังนี้
 - ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของอะมีบา
 - ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของรา
 - ภาพขั้นตอนการสีบพันธุ์ของยีสต์

1.4 ครูบรรยายประกอบภาพ เรื่อง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยใช้ภาพ
ตัวอย่างดังนี้

- ภาพขั้นตอนการสืบพันธุ์ของปลากัด
- ภาพขั้นตอนการสืบพันธุ์ของกบ
- ภาพขั้นตอนการสืบพันธุ์ของไก่

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความหมายและประเภทของการสืบพันธุ์

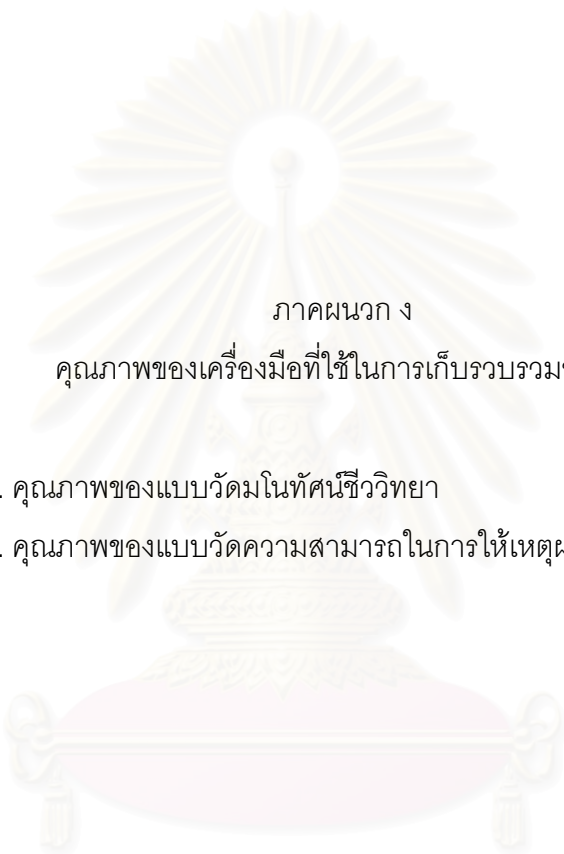
ขั้นสรุป (10 นาที)

ครูนำสรุปความหมายของการสืบพันธุ์และประเภทของการสืบพันธุ์ และมอบหมายให้
นักเรียนทำแบบฝึกหัด

การวัดและประเมินผล

ประเมินจากแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดทัศนคติชีววิทยา
2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์
 ศึกษาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.32	0.21
2	0.51	0.52
3	0.20	0.25
4	0.25	0.21
5	0.70	0.63
6	0.33	0.33
7	0.22	0.41
8	0.21	0.61
9	0.66	0.78
10	0.38	0.51
11	0.44	0.86
12	0.29	0.61
13	0.34	0.84
14	0.24	0.74
15	0.48	0.36
16	0.37	0.44
17	0.64	0.39
18	0.70	0.46
19	0.25	0.61
20	0.56	0.36
21	0.23	0.76
22	0.64	0.82
23	0.62	0.46
24	0.31	0.31
25	0.28	0.42
26	0.33	0.58
27	0.55	0.69

ตารางที่ 8 (ต่อ) ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์
ชีวิวิทยา

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
28	0.21	0.81
29	0.36	0.55
30	0.20	0.36



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยก่อนและหลังเรียน

ข้อที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย(P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.25	0.22	0.25	0.23
2	0.75	0.50	0.73	0.51
3	0.53	0.33	0.55	0.31
4	0.42	0.50	0.43	0.49
5	0.75	0.22	0.75	0.23
6	0.75	0.50	0.73	0.52
7	0.50	0.67	0.51	0.66
8	0.42	0.83	0.40	0.84
9	0.75	0.50	0.75	0.49
10	0.75	0.50	0.74	0.50
11	0.75	0.50	0.75	0.50
12	0.58	0.50	0.56	0.53
13	0.75	0.22	0.75	0.24
14	0.23	0.22	0.24	0.25
15	0.42	0.50	0.40	0.50
16	0.75	0.75	0.75	0.77
17	0.64	0.75	0.62	0.74
18	0.50	0.33	0.51	0.32

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวชุตติมา รอดสุด เกิดเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาคณะครุศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) จากภาควิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย