

การศึกษาการศึกษามีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์เทป
ประกอบการอภิปรายปัญหาการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
สมบูรณ์ กะการดี

20 ก.พ. 2534,

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก การมัธยมศึกษา

กันยายน 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์แบบ
ประกอบการอภิปรายปัญหาการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
สมบูรณ์ กะการดี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกมัธยมศึกษา
กันยายน 2532

การศึกษารั้วนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปราย
ปัญหา ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็น
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2532 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์
อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 80 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีความสามารถในการ
คิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลอง มีความ
สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูหลังการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่าง
มีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF LOGICAL REASONING AND SCIENTIFIC ACHIEVEMENT OF MATHAYOM
SUKSA III STUDENTS LEARNING THROUGH PROBLEM DISCUSSION
WITH SLIDE - TAPES PRESENTATION AND
THE INSTRUCTION BASED ON
THE TEACHER 'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

SOMBOON KAKARNDÉE

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements
for the Master of Education in Secondary Education
at Srinakharinwirot university

September 1989

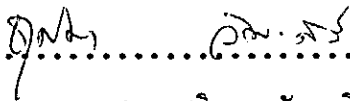
The purpose of this research was to study students learning through problem discussion with slide - tapes presentation towards logical reasoning and achievement in science studies. The subjects were 80 Mathayon Suksa 3 students studying in the first semester of the 1989 academic year at Sriphathaismunt School, Amphoe Muang, Surin province.

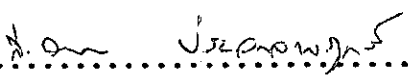
The results of the study showed that :

1. The student learning through problem discussion with slide - tapes presentation were higher ability in logical reasoning than the students learning through based on the teacher's manual, significantly at .01 level.
2. The science achievement of students learning through problem discussion with slide - tapes presentation were higher than the students learning through based on the teacher's manual, significantly at .01 level.
3. The students learning through problem discussion with slide - tapes presentation before experiment were higher ability in logical reasoning than after experiment, significantly at .01 level.
4. The students learning through based on the teacher's manual before experiment were higher ability in logical reasoning than after experiment, significantly at .05 level.

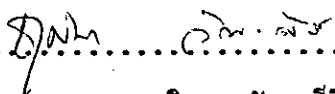
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอก
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

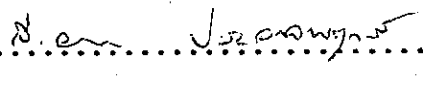
คณะกรรมการที่ปรึกษา

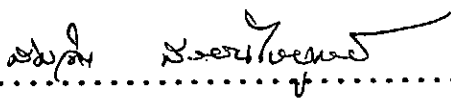
..........ประธาน
(ดร.ชุตีมา วัฒนศิริ)

..........กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)

คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(ดร.ชุตีมา วัฒนศิริ)

..........กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.สมจิต สวชนไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่...25.....เดือน.....กันยายน.....พ.ศ.2532.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ คร.ชุตินา วัฒนะศิริ
รองศาสตราจารย์ คร.ส.วาสนา ประวาลพฤษ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธนาไพบูลย์
ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์รัตน ชิตชอบ อาจารย์อาทิตย์ อินหุย อาจารย์กฤษ
บุญเที่ยง อาจารย์ปรีชา กันตรง และอาจารย์ณรงค์ พ่วงศรี ที่กรุณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ใน
การวิจัย และที่กรุณาให้นำเครื่องมือมาใช้

กราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวดวิชา
วิทยาศาสตร์ และคณะอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีไพฑูริย์ อําเภอมือง
จังหวัดสุรินทร์ และขอขอบใจนักเรียนชั้น ม.3 ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการ
ทดลองงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอบพระคุณอาจารย์มานิตย์ อุ่นเรือน เพื่อน ภรรยา
และลูก รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านซึ่งมีจากลําวานาในที่นี้ให้หมด ที่ให้ความช่วยเหลือและ
เป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา
พระคุณของบิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่วางรากฐานให้กับผู้วิจัย

สมบูรณ์ กะการดี

กันยายน 2532

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	12
	เอกสารเกี่ยวกับสไลด์เทป.....	18
	เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย.....	21
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	26
	เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการคิดอย่างมีเหตุผล.....	31
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	44
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้สไลด์.....	48
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย.....	50
	งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์.....	51
	งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	54
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับพัฒนาการทางการคิดและ	

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	57
สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้.....	59
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	61
ประชากร.....	61
กลุ่มตัวอย่าง.....	61
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	61
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	61
แบบแผนการทดลอง.....	62
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	63
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	67
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ.....	68
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน.....	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทพ	
ประกอบการอภิปรายปัญหากับกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู...	73
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโต	
และการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มนักเรียนที่เรียน	
โดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหากับกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือ	
คู่มือครู.....	74

เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทป	
ประกอบกรอภิปรายัฒหาระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง....	75
เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือ	
คู่มือครูระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง.....	76
 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	78
ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้.....	78
สมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้.....	78
วิธีดำเนินการศึกษาครั้งนี้.....	79
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
สรุปผลการทดลอง.....	81
อภิปรายผลการศึกษาครั้งนี้.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	86
 บรรณานุกรม.....	88
 ภาคผนวก.....	98
 ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	214

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและ
ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม 37
- 2 แผนแผนการทดลอง..... 62
- 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
กลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาเกี่ยวกับที่เรียน
ตามแนวทางสื่อคู่มือครู..... 74
- 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาเกี่ยวกับที่เรียน
ตามแนวทางสื่อคู่มือครู 75
- 5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้
สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาก่อนการทดลองและหลังการทดลอง.....76
- 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนเรียนตาม
แนวทางสื่อคู่มือครูก่อนการทดลองและหลังการทดลอง77

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	15
2	แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	44

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างยิ่ง มนุษย์ได้ใช้ความรู้และความสามารถอันเกิดจากการได้รับการศึกษา สำหรับการพัฒนาตนเองและสังคม โดยเฉพาะการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ นับว่ามีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาบุคคลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิต โดยมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงความคิด วิถีชีวิต การทำงาน ตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างกว้างขวาง สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517 : คำนำ) ดังที่ นิดา สะเพียรชัย. (2521 : 5) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาคนให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อตนเอง เพื่อนร่วมงาน และต่อสังคม มีความซื่อสัตย์ไม่ย่อห่อต่อการแก้ปัญหา ดังนั้น นักการศึกษาต่างตระหนักและเห็นสมควรว่า เยาวชนของชาติควรได้รับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้อง เพื่อที่จะดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสม และเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ จึงพยายามปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการศึกษาวิทยาศาสตร์ ให้มีคุณภาพสูงขึ้นเหมาะสมกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป (พรณี ภวภูตานนท์. 2528 : 1) การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นด้านการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2526 : 2) กล่าวว่า นอกจากต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ ซึ่งได้แก่ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี และสมมติฐาน แล้วยังจำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่ไป

ด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้

การคิด นับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา ทั้งนี้การคิดจึงต้องคิดอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับ ทานพุทธทาสภิกขุ (2517 : 41 - 42) ได้กล่าวไว้ว่า การมีเหตุผลที่ดีเป็นคุณค่าแห่งความเป็น มนุษย์ที่สมบูรณ์ เพราะเหตุผลเป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคคลค้นพบความจริงอันจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิต

การพัฒนาการทางด้านความคิดในชั้นปฏิบัติการค่านามธรรมนี้ (Formal Operation) เพียเจต์ ได้กล่าวว่า เด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสมอง (Sollerna) เป็นโครงสร้างใหม่ ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นได้แก่ โครงสร้างเกี่ยวกับ สัดส่วนและการสมมูลของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (Piaget and Inhelder. 1969 : 140 - 144)

จากแนวความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์นี้ จรรยา สุวรรณทัต (2519 : 2 - 3) ได้กล่าวถึงพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กไทยว่า เด็กไทยมีพัฒนาการขั้นตอนสติปัญญา ช้ากว่าเด็กยุโรปตะวันตกประมาณ 2 - 3 ปี สาเหตุที่ทำให้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด แตกต่างกัน ส่วนหนึ่งเป็นเพราะประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากโรงเรียนมักจะไม่ค่อยเอื้อต่อการที่จะพัฒนาความคิด กล่าวคือ ครูไม่ได้สอนให้เด็กรู้จักคิด แต่มักสอนเน้นไปในด้านจดจำข้อเท็จจริง ต่าง ๆ จึงทำให้เด็กขาดทักษะในการคิดแก้ปัญหาค้าง ๆ โดยอาศัยเหตุผลทางตรรกศาสตร์

สำหรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ต้องให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น ความรู้ความเข้าใจในความจริง เรื่องราว หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะ ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่จะช่วยในการปรับตัวของผู้เรียน เพราะว่าประสบการณ์ ประจำวันของผู้เรียนนั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาก เมื่อเกิด ปัญหาแก่ผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยในการแก้ปัญหานั้น ๆ (พิทักษ์ รัชพลเดช. 2520 : 26) ทั้งมีส่วนช่วยในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เพิ่มเติมอยู่เสมอ ช่วยพัฒนาความคิดอันจะก่อให้เกิดความเจริญงอกงามทางสติปัญญา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตนเอง หรือต่อสังคมที่ตนอยู่ได้ (มังกร ทองสุขดี. 2523 : 30) แต่จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 17.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา. 2525 : 21 - 27) และจากการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าครึ่งของคะแนนรวม (กิ่งฟ้า สันธวงศ์. 2525 : 113) แสดงว่านักเรียนยังไม่ได้ได้รับความรู้ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือ ครูผู้สอนยังใช้วิธีสอนแบบยัดเยียดเป็นศูนย์กลาง โดยใช้วิธีการบรรยายหรืออธิบายเป็นส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ. 2523 : 21) ทำให้ผู้เรียนเรียนโดยการท่องจำเนื้อหา โดยไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง และไม่ได้ฝึกคิด ปฏิบัติกิจกรรม ไม่ได้นำความรู้ที่เรียนไปใช้จริง

จากความมุ่งหมายของหลักสูตรของมัธยมศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มิได้มุ่งให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น แต่ได้วางจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งที่ต้องดำเนินการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิดหาเหตุผล มีทักษะในการคิดค้นคว้าหาคำตอบ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การสอนเพื่อพัฒนาความคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น ได้มีผู้ทดลองใช้วิธีการหลาย ๆ วิธี เช่น จรรจา สุวรรณทัต. (2519 : 14) ได้ทดลองสอนสั่งกับวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7 - 8 ขวบ พบว่าเด็กไทยที่ได้รับการสอนสั่งกับทางวิทยาศาสตร์จะได้คะแนนในการทำแบบทดสอบเพียงเจ็ดสูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน และยังมีทฤษฎี วงศ์นาค. (2524 : 40 - 41) ได้ใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน สร้างพัฒนาการทางความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่าภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความสามารถในการอนุรักษ์และจัดรวมประเภทสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีความสามารถในการอนุรักษ์และจัดรวมประเภทสูงกว่าก่อนทดลอง

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ทั้งด้านความคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้สถานการณ์เร้าให้เกิดปัญหา

การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง การสอนฝึกให้นักเรียนคิดและปฏิบัติ การทดลองด้วยตนเอง
 อย่างไรก็ตามไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุด แต่ละวิธีมีส่วนที่ส่วนเสียด้วยกันทั้งนั้น สำหรับการจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู สสวท. ใ้ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนปราชญ์ก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นตอนปราชญ์หลังการทดลอง แต่
 จากการสังเกตการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์ และคู่มือครู
 วิทยาศาสตร์ พบว่าในขั้นตอนปราชญ์ก่อนการทดลองครูไม่ได้ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะ
 การกำหนดและการควบคุมตัวแปร และทักษะการออกแบบการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย
 ของ สุเทพ อุสาห์ (Usaha. 1983 : 2305 - A) ใ้วิเคราะห์ระดับความรู้จากคำถาม
 ที่อยู่ข้างท้ายของแต่ละบทในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 พบว่า มีคำถาม 55 % เป็นคำถามระดับสูง ที่เน้นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ขั้นบูรณาการ แต่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบน้อยที่สุด และได้เสนอแนะว่าควรที่จะเพิ่มคำถามระดับ
 สูงให้มากขึ้นกว่าเดิมในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3 โดยเฉพาะคำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาเกี่ยวกับการคิดของนักเรียน

จากปัญหาและข้อค้นพบดังกล่าว จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะแสวงหา
 การจัดระบบกระบวนการเรียนการสอน โดยนำโสคหัทญูปกรณ์ และสื่อต่าง ๆ มาช่วยเสริมหรือ
 ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษา
 ใ้ได้อย่างสมบูรณ์ ปัจจุบันสถาบันการศึกษาทุกระดับใ้ให้นำสโคหามาใช้ในการเรียนการสอนกันอย่าง
 แพร่หลาย และเมื่อเปรียบเทียบกับโสคหัทญูปกรณ์และสื่อชนิดต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าสโคหามีประโยชน์
 และความเหมาะสมหลายประการ กล่าวคือใ้กับผู้เรียนเป็นจำนวนมากในห้องใ้ ช่วยผู้เรียนเกิด
 ความสนใจใ้บทเรียนมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถรับรู้ใ้ 2 ทาง คือการรับรู้ทางตา และการรับรู้
 ทางการฟัง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษอีก คือ การเปลี่ยนภาพเป็นใ้ในอัตรที่ผู้เรียนต้องการ
 และเปิดโอกาสใ้กับนักเรียนใ้มีส่วนร่วม (เบรื่อง กุฎ. 2526 : 63) รวมทั้งการผลิต การ
 ทำสำเนา การใช้ใ้ไม่ยุ่งยากและประหยัดค่าใช้จ่าย จากการสำรวจสภาพโสคหัทญูปกรณ์ของโรงเรียน
 รัฐบาลส่วนกลาง พบว่าโสคหัทญูปกรณ์ที่โรงเรียนจัดซื้อใ้มากที่สุด ได้แก่ เครื่องฉายสโคห

(วรวิทย์ วทินสราการ. 2510 : 12 - 13) นอกจากนี้ในการจัดทำสไลด์ ถ้าได้มีการจัดกระบวนการสร้างสไลด์อย่างเป็นระบบแล้วนำมาประกอบการสอน โดยจัดระบบให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายปัญหา และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด และฝึกปฏิบัติ น่าจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สไลด์แบบประกอบการอภิปรายปัญหาเปรียบเทียบกับการสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครูของ สสวท. เพื่อจะให้เห็นว่า วิธีใดที่จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่ากัน อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์แบบประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์แบบประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์แบบประกอบการอภิปรายปัญหาก่อนทำการทดลอง และหลังการทดลอง
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครูก่อนทำการทดลอง และหลังการทดลอง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาจะเป็นแนวทางแก่ครู ตลอดจนนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับตัวของผู้เรียน เพื่อก่อให้เกิดความคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กำหนดขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่จะศึกษากันนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์สมันต์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2532 จำนวน 8 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 315 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์สมันต์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2532 จำนวน 80 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 40 คน

3. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ลักษณะการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี

คือ

5.1.1 การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา

5.1.2 การสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การอภิปรายปัญหา หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน หรือการเสนอความคิดเห็นที่เป็นข้อชี้แจงโดยอาศัยเหตุผลสนับสนุน ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียน โดยมีการตั้งคำถาม การตอบคำถาม การสังเกตจากสถานการณ์ในสไลด์เทป เพื่อนำไปสู่การระบุดูหา การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร และการออกแบบการทดลอง

2. สไลด์เทป หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยสไลด์สีที่มีขนาด 2"X 2" ที่มีภาพและ / หรือข้อความ และเทปบันทึกเสียง เนื้อหาในสไลด์เทปเป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมการอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ในสไลด์เทป ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง

3.1.1 นักเรียนดูสไลด์เทป

3.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้

- ระบุปัญหาจากสไลด์เทป
- สาเหตุของปัญหาเพื่อตั้งสมมติฐาน
- การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
- ข้อควรระวังในการทดลอง

3.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองมาตรวจสอบสมมติฐาน

และสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. การสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปราย การตอบคำถาม และการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ

- 4.1.1 ปัญหาที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู
- 4.1.2 จุดประสงค์ของการทดลอง
- 4.1.3 วิธีทดลอง
- 4.1.4 ข้อควรระวังในการทดลอง

4.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็น

ความรู้ใหม่

5. การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำที่เป็นกระบวนการทางสมอง ในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุได้ การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถแยกออกได้ ดังนี้

5.1 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัจส่วน หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 จำนวน ที่เป็นสัจส่วนกัน

5.2 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบผสม หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาเหตุผลอย่างมีระบบ โดยรวบรวมตัวแปรหรือเหตุผลอันเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

5.3 การจำแนกและการควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.4 การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา หมายถึง การให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ประการ และสรุปว่า ข้อความที่ให้นั้นเป็นจริงหรือสมเหตุผลหรือไม่

5.5 การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล หมายถึง การให้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องพิสูจน์ หรือจากใจหยาบ โดยการคาดการณเป็นขั้น ๆ มีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อยจนสามารถหาคำตอบได้

5.6 การตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน หมายถึง การให้เหตุผลคาดคะเนในคำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย

การคิดอย่างมีเหตุผลวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลของฌองส์ ท่วงศรี ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลของ เบิร์นนี่ (Sund. 1976 : 165 ; อ้างอิงมาจาก Burney. 1974) และได้นำมาหาค่าความเชื่อมั่นใหม่

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเนื้อหาเรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

6.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

6.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

6.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การจำแนกประเภท การคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับสไลด์เทป
3. เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการศึกษาอย่างมีเหตุผล
6. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้สไลด์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย
3. งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์กับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียน

5. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาการทางความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีต่างก็มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบนี้ไว้ เช่น

ซันค์ และโทรบริจ (Sun and Trowbridge. 1974 : 53 - 55) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการทางสมอง (Discover Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวิตรูนิยม อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง

นิกา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้การค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็น การสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการคิดค้นคว้าด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 63) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไซศรี อานนท์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญคือ การทดลองและการใช้คำถาม

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหา โดยใช้คำถามและการทดลองเป็นสื่อการสอน ในลักษณะนี้ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจ และทำให้นักเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและการอภิปราย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

หลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจต์ (เสริมศรี เสวตามร และสาตี งามศิริ. 2521 : 69 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.) เรื่องการพัฒนาความคิดของคน มี 2 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การเข้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ในการเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยการใช้ความรู้เดิมมาเป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม เมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิมก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

มีหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานอยู่ 3 ข้อ ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้ (สุวัฑน์ นิยมคำ. 2527 : 125 - 126)

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้รู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับกับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการ ค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความสับสน

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

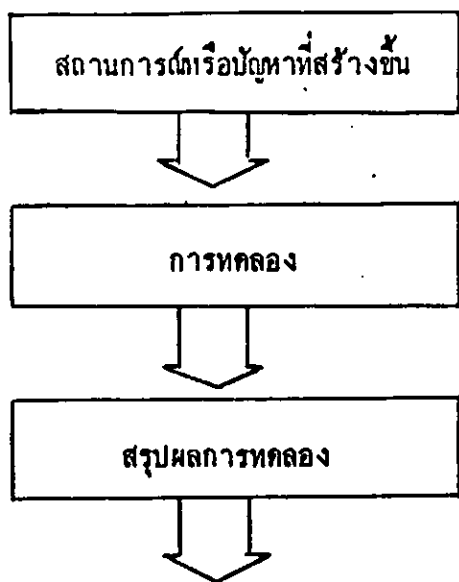
หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้เข้ามามีส่วน ร่วมตลอดเวลา เช่น ทำการทดลอง อภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง และเชื่อมโยงความคิดหลัก ตามและตอบคำถามรวมทั้งคิดแก้ปัญหาตลอดจนให้เขาทำเองให้มากที่สุด

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตัวสัณูปการการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวง มหาวิทยาลัย 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปราย และการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีมุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วย ตนเอง การสอนควรจะสอดแทรกการนำเข้าสู่ทเรียนด้วยทุกครั้ง การอภิปรายถือว่าเป็นกิจกรรมที่ สำคัญในการศึกษา ถ้าผู้สอนรู้จักแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความ คิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน เพื่อความเข้าใจของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ ดังนี้



อภิปรายโดยใช้คำถามที่เกี่ยวข้อง
กับปัญหา

อภิปรายโดยใช้คำถามจากข้อมูลที่ให้
จากการทดลอง

นำความรู้ไปใช้กับเรื่องที่จะเรียนต่อไป
หรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน

ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งขั้นตอนได้
ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงปัญหานั้น สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรอยู่ใกล้ตัวถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามอธิบายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในขั้นตอนนี้ ต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนเข้าสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ คำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่

นักเรียนได้ตั้งไว้

4. ทำเนิการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำเนิการทดลองและบันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัย ข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือ เรื่องที่จะเรียนต่อไป

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนของการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจหา มาได้จาก 3 แหล่ง คือ แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้ มาจากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้มาจากการรวบรวมมาจากผู้อื่น เช่น จากเอกสารหรือจาก บุคคล ในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูล อาจทำได้ 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้าและให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่

ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตการทดลองให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีการที่ได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่น

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้วนักเรียน จะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ ใ้ก้นนี้อาจยังไม่มีคามหมายอะไรมากนักจะต้องนำไปคำนวณและ / หรือจัดกระทำใหม่เสียก่อน

จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความ และลงข้อสรุปต่อไป ผลการสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนที่เคยพบมาแล้วหรือนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้เป็นหลักฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้ (พรวณีย์ ภาณุตานนท์. 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนได้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับทั้งความคิดเห็นของตัวเอง

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ในบางครั้งครูอาจกำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ กิจกรรมที่นำมาใส่แทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอธิบายสรุปหรืออาจจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิด หรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักคิดหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ กิจกรรมที่สำคัญที่เสนอไว้ในการเรียนการสอนแบบนี้คือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน กิจกรรมทั้งสองลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง โดยเฉพาะในขั้นอภิปรายก่อนการทดลองที่ใช้สไลด์เทปเพื่อให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์หรือเงื่อนไขทางวิทยาศาสตร์ แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้ฝึกคิด และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลต่อการศึกษามีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เอกสารเกี่ยวกับสไลด์เทป

สไลด์เทปเป็นสื่อการสอนที่มีคุณค่าและมีความเหมาะสมหลายประการที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากเอกสารได้ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าและความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

ความหมายของสไลด์เทป

สไลด์ (Slide) ตามพจนานุกรม (Dictionary of Education) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สไลด์เป็นวัตถุโปร่งแสงที่มีภาพเหมือนจริงผนึกอยู่ระหว่างชั้นของกรอบภาพ ใช้สำหรับฉายในเครื่องฉายหรือดูจากแสงที่ส่องผ่าน ซึ่งตามความหมายนี้จะรวมถึงฟิล์มถ่ายภาพจริงที่ผนึกอยู่ระหว่างกระจก และสไลด์เทป หมายถึง สไลด์ที่มีภาพและ / หรือข้อความ ประกอบด้วยเสียงที่บันทึกอยู่ในเทปคาสเซ็ทเสียง จะตรงกับภาพแต่ละภาพในสไลด์

หลักการและทฤษฎีของสไลด์เทป (ประหยัค จิระวรพงศ์. 2528 : 149)

1. เป็นสื่อการสอนที่ให้การรับรู้ด้วยภาพเป็นหลักและคำอธิบายเป็นรอง
2. ประสิทธิภาพของการศึกษาโดยใช้สไลด์เทปขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของสื่อ ส่วนประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของสื่อคือ ภาพ การจัดลำดับเนื้อหา คำอธิบายและกิจกรรมที่มีความถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องกับผู้เรียน
3. จิตวิทยาเกี่ยวกับการใช้ภาพประกอบการเรียนการสอน

- 3.1 รูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าคำอธิบายหลายเท่า
- 3.2 ภาพสี ภาพขนาดใหญ่และภาพง่าย ๆ ซึ่งไม่ซับซ้อนที่มีจุดสนใจเพียงจุดเดียวจะได้รับความสนใจมากกว่า
- 3.3 ภาพที่มีเนื้อหาตรงตามชื่อเรื่องจะได้รับความสนใจมาก
- 3.4 คนเราจะจำรายละเอียดของภาพสีได้เร็วกว่า และมากกว่าภาพขาวดำ
- 3.5 รูปภาพให้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่าคำอธิบายเพียงอย่างเดียว
4. คำอธิบายหรือการบรรยายควรจะเสริมภาพเพื่อขยายความหรือข้อสรุปให้มีความรู้ มีความเข้าใจที่กว้างขวางยิ่งขึ้น หรือเพื่ออธิบายในกรณีที่ไม่สามารถแสดงภาพให้เข้าใจลักษณะ ความกึกนั้น ๆ ได้ แต่ควรจะเป็นคำที่มีความหมายง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อสะดวกแก่การตีความหมาย และจดจำ
5. อัตราการเสนอสื่อมีผลต่อการเรียนรู้หลายด้าน เพราะสามารถฉายหรือเปลี่ยนภาพได้ตามความเร็วที่ต้องการ และสามารถหยุดฉาย ฉายซ้ำ เพื่อทบทวน อภิปราย หรือหาข้อมูลย้อนกลับได้ หรือแม้แต่การฝึกปฏิบัติทักษะบางอย่าง
6. สื่อประเภทสามารถประกอบการใช้สอนได้ทุกวิชา ทุกระดับ และทุกลักษณะการสอน (เป็นกลุ่ม รายบุคคล หรือด้วยตนเอง)

คุณค่าของสื่อประเภท

1. ช่วยดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ดี (นิพนธ์ ฤทธิรัตน์. 2518 : 92)
2. ทบทวนความคิด ความจำได้ง่ายในเวลาสั้น ๆ (ประหยัด จิระวรพงศ์. 2526 : 150)
3. ให้ความกระจ่างแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนกำลังพูดถึง (ประหยัด จิระวรพงศ์. 2526 : 150)
4. เป็นสื่อที่ฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียนได้ดี (จริยา สระตันดี. 2513 : 5 - 6)
5. ช่วยส่งเสริมบทเรียนให้สมบูรณ์ (จริยา สระตันดี. 2513 : 5 - 6)

6. ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งตามปกติทำได้ยาก (สันศักดิ์ ภิกุลสุข. 2524 : 127)
7. สามารถใช้สอนได้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้ (เกษม บุญส่ง. 2517 : 3)
8. ใช้ง่าย สะดวก และปรับอัตราการเสนอได้เร็วเข้าตามต้องการ ฉายซ้ำได้เมื่อต้องการ (ประหยัค จิระวรพงศ์. 2526 : 150)
9. ใช้ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ได้สะดวก (เกษม บุญส่ง. 2517 : 3)
10. สามารถดัดแปลงให้เข้ากับกาลเทศะ อาจเพิ่มเติมหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับเรื่องราว เหตุการณ์ หรือผู้เรียนประเภทต่าง ๆ ได้สะดวก (สันศักดิ์ ภิกุลสุข. 2524 : 127)
11. ถ้าใช้ง่ายตัวใช้สะดวก เก็บรักษาง่าย คงทนหรือไม่เปลืองเนื้อที่ (จริยา สระตันต์. 2513 : 5 - 6)

หลักการและขั้นตอนในการนำสไลด์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1. ขั้นเลือก (Selection) ก่อนที่จะนำสไลด์มาใช้ควรพิจารณาโดยอาศัยเกณฑ์ต่อไปนี้ (วาสนา ชาวหา. 2522 : 182)
 - 1.1 ตรงกับจุดมุ่งหมายของเรื่องที่จะสอน
 - 1.2 เนื้อหาถูกต้อง
 - 1.3 เนื้อเรื่องเหมาะสมที่จะนำมาทำสไลด์
 - 1.4 เหมาะกับระดับชั้น หรือวัยของผู้เรียน
 - 1.5 การถ่ายทำสไลด์ต้องมีความชัดเจน เน้นจุดสำคัญเป็นหลัก
2. ขั้นทดลองฉาย (Preview) ผู้สอนจะต้องฉายสไลด์ก่อนที่จะนำมาฉายในห้องเรียนให้นักเรียนดู เพื่อวางแผนการใช้ให้เหมาะสม รวมถึงการตรวจสอบภาพเครื่องฉาย และฟิล์มให้เรียบร้อยก่อนที่จะใช้จริง จัดว่าเป็นขั้นเตรียมตัวครูให้พร้อมก่อนฉายจริง

3. ขั้นเตรียมชั้นเรียน (Class Preparation) ให้พร้อมก่อนที่จะฉาย ดังนี้

3.1 จัดห้องเรียนให้พร้อมสำหรับฉาย

3.2 เตรียมตัวนักเรียน โดยชี้แจงให้ทราบถึงจุดมุ่งหมายในการนำสไลด์เทปมาใช้ในการเรียนการสอนพร้อมทั้งเล่าเรื่องย่อเพื่อจูงใจให้นักเรียนเกิดความพอใจ และควรอธิบายให้เข้าใจถึงคำศัพท์ใหม่ ๆ ในสไลด์

3.3 จัดวางสไลด์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและเรียงตามลำดับพร้อมที่จะฉายได้

4. ขั้นฉาย (Presentation) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยตนเอง และระหว่างการฉายอาจหยุดได้ เมื่อต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม

5. ขั้นกิจกรรมหลังฉาย เพื่อประเมินผลว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด ตลอดจนสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน เช่น การซักถาม การทำแบบฝึกหัด การอภิปรายหรือการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เป็นต้น

จากเอกสารเกี่ยวกับสไลด์เทป จะเห็นได้ว่า สไลด์เทปมีประโยชน์และความเหมาะสมหลายประการ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าถ้าหากมีการจัดระบบการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสร้างสถานการณ์ หรือเงื่อนไขทางวิทยาศาสตร์โดยนำสไลด์เทปมาช่วย น่าจะทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างสไลด์เทปเป็นสถานการณ์ หรือเงื่อนไขทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้

✓ เอกสารเกี่ยวกับการอภิปราย

การอภิปรายเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการพัฒนาสติปัญญา (Cognitive Development) ของแต่ละคน เป็นความจริงที่ว่าเด็กจะไม่คิดและไม่สามารถคิดอะไรได้ ถ้าครูไม่เปิดโอกาสหรือไม่จัดกิจกรรมให้เขาได้คิด การอภิปรายนี้เองที่ทำให้เด็กได้ใช้ความคิดเห็นของตนเอง ได้อภิปรายขอบเขตของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา อภิปรายผลการศึกษากันคว้า ผลของการทดลองและอื่น ๆ อนึ่งการอภิปรายยังเป็นการท้าทายเด็กให้ร่วมกันแก้ปัญหา ทำให้เด็กต้องกันคว้าความรู้มาอภิปราย เพราะถ้าเด็กไม่มี

ความรู้ในเรื่องนั้นอยู่บ้างก็ไม่สามารถอธิบายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการเคารพในเหตุผลของผู้อื่น และฝึกการทำงานแบบประชาธิปไตย (สุวัณห์ นิยมคำ. 2517 : 158)

การอธิบายที่ดีจะต้องประกอบไปด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. จะต้องมีความมุ่งหมาย และความมุ่งหมายนี้จะต้องประเมินผลได้ด้วย ฉะนั้นครูควรระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมลงไป
2. การอธิบายควรมีหลักฐานสำคัญ ๆ สนับสนุนจากแหล่งที่เชื่อถือได้
3. เปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม
4. ทุกคนจะต้องเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น แม้ว่าจะขัดแย้งกับความคิดเห็นของตนเมื่อคนอื่นถูก จะต้องยอมรับว่าถูก
5. หัวข้อปัญหาที่จะอธิบายควรมีความสำคัญ และมีความหมายสำหรับนักเรียน และชุมชน
6. การอธิบายจะต้องนำไปสู่ข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่ง

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า กิจกรรมการอธิบายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิด และค้นหาคำตอบ ซึ่งตามแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของทบวงมหาวิทยาลัยจัดกิจกรรมออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การอธิบายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอธิบายหลังการทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถจะนำไปใช้เพื่อนำเข้าสู่ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผน การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล จนกระทั่งหาคำตอบ หรือข้อยุติสำหรับปัญหานั้น ๆ (สมจิต สมัคคพันธ์. 2529 อ้างอิงมาจาก ; อำนวย รุ่งรัตน์. 2525 : 168 - 171) รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ของการอธิบายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหา ซึ่งเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกต หรือได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาอย่างไร ก็ต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ของครูก็คือการเสนอข้อเท็จจริง หรือจัดสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกตข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาคำถาม

ตัวนักเรียนเอง แต่ครูอาจช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาหรือกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริงเหล่านั้นด้วยการอภิปราย ซึ่งจะนำไปเป็นรูปของคำถามก็ได้ แต่ตัวนักเรียนยังไม่สามารถกำหนดปัญหา ยังไม่รู้สึกรู้ว่ามีปัญหา หรือยังไม่มีควมสงสัยอยากรู้อะไร เกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้น ก็อาจมีสาเหตุมาจากข้อใดข้อหนึ่ง ต่อไปนี้

1.1 ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้รับมีน้อยเกินไป ไม่สัมพันธ์กับปัญหา หรือไม่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหล่านั้น

1.2 การอภิปรายไม่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ซึ่งจะเกิดจากการเตรียมการสอน หรือประสบการณ์ในการใช้คำถามของครูก็ได้

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือตั้งสมมติฐาน แต่ตัวนักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ก็อาจเป็นไปได้ว่า

2.1 นักเรียนไม่เข้าใจปัญหา ซึ่งอาจเนื่องมาจากข้อมูลไม่เพียงพอ ไม่สัมพันธ์กับปัญหา

2.2 ปัญหานั้นยากเกินไปสำหรับนักเรียน

2.3 ปัญหานั้นไม่ได้มาจากนักเรียน หรือไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนยอมรับ แต่เกิดจากการยึดเยื้อคิให้นักเรียน

การตั้งสมมติฐานควรให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาสมมติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรจะมีหลายข้อ ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงบางประการในการตั้งสมมติฐาน ไม่มองปัญหาเพียงด้านเดียว ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นโดยปราศจากการไตร่ตรอง สมมติฐานแต่ละข้อมีคุณค่าแตกต่างกันควรให้นักเรียนอภิปรายข้อดี ข้อเสีย หรือประเมินผลสมมติฐานต่าง ๆ เหล่านั้นในด้านต่าง ๆ เช่น

- การใช้ถ้อยคำรัดกุมหรือไม่
- สัมพันธ์กับข้อเท็จจริงหรือไม่
- สัมพันธ์กับประสบการณ์หรือไม่

- แนะนำทางในการตรวจสอบเพียงใด

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน เมื่อตั้งสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ ตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นขั้นที่จะหาข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันว่าสมมติฐานเหล่านั้นเป็นไปได้เพียงใด การตรวจสอบสมมติฐานอาจทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 โดยการหาข้อมูลเพิ่มเติม

3.2 โดยการหำนายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ล่วงหน้า

3.3 โดยการทดลอง ในการทดลองนั้นจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเรียกว่าตัวแปร

ในขั้นของการตรวจสอบสมมติฐาน ครูควรให้นักเรียนได้วางแผนในการตรวจสอบสมมติฐาน หรือถ้าทำได้ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง นักเรียนจะมีโอกาสอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผน วิธีดำเนินการ ตลอดจนการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณค่า

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปหรือลงความเห็น ซึ่งเป็นขั้นที่มีการแปลความ หรืออธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่วางไว้ ขั้นนี้เป็นการตัดสินใจว่าจะยอมรับสมมติฐานหรือไม่ หรือควรจะปรับปรุงสมมติฐานอย่างไร จึงเป็นขั้นที่นักเรียนควรจะได้อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็น และตัดสินใจอย่างเต็มที่

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการสอนแบบอภิปรายจะมีหลักการดี มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จ แต่ก็พบว่ามักจะมีปัญหาว่า นักเรียนไม่ค่อยอยากแสดงความคิดเห็น เพราะกลัวผิด นักเรียนไม่ชอบตอบหรือนักเรียนอยากจดจำคำพูดของครู เพื่อจะนำไปท่อง บัญหาดังกล่าวนี้อาจจะเกิดจากครูหรือนักเรียนก็ได้ แต่ครูผู้สอนควรจะหาแบบบาทในการสอนแบบนี้ให้ดีเสียก่อน จาก การเสนอแนะของ อำนวย รุ่งรัศมี (สมจิต สมิตถันธุ์. 2529 อ้างอิงมาจาก ; อำนวย รุ่งรัศมี. 2525 : 172) ถึงบทบาทของครู ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรอบอุ่น เช่น แสดงให้เห็นว่ามีอารมณ์ดี เยือกเย็น เปิดเผย และมีความกระตือรือร้น

2. ให้กำลังใจแก่นักเรียน
3. ทบทวนหรือเป็นคำตอบของนักเรียนที่เห็นว่า ความคิดนั้นจะเป็นทางนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง หรือนำไปสู่แนวทางใหม่ที่ดีกว่า
4. พยายามจำความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความคิดเห็นที่สำคัญและแสดงลำดับขั้นของความคิด ในการนี้ครูควรจะเอ่ยชื่อเจ้าของความคิดเหล่านั้นด้วย
5. ให้โอกาสนักเรียนทุกคนได้ตอบหรือแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง
6. ชมเชยนักเรียนที่เป็นผู้ฟังที่ดี ที่สามารถติดตามความคิดเห็นของเพื่อน และคอยท้วงติงเมื่อเห็นว่าครูหรือเพื่อนให้ความเห็นไม่ถูกต้อง
7. ให้เวลาแก่นักเรียนได้ศึกษาคำตอบหรือแสดงความคิดเห็น ไม่เร่งให้นักเรียนตอบทันทีที่ครูตั้งปัญหา ในระหว่างที่มีการอภิปรายอาจมีเวลาเงียบสั้น ๆ สำหรับคิด โรว์ (Rowe) ได้เสนอว่า เวลาสำหรับคอยให้นักเรียนคิดจะอยู่ในระหว่างประมาณ 5 วินาที
8. ครูจะต้องมีใจกว้าง ถึงแม้ครูจะไม่เห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียนก็ไม่ควรปฏิเสธหรือบดบังกับให้นักเรียนตอบอย่างที่ครูต้องการ การสอนแบบอภิปรายจะล้มเหลวทันทีที่นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเข้าใจ ไม่ว่าจะเป็นความคิดเห็นที่มีผลหรือถูกต้องก็มีคุณค่า เพราะอย่างน้อยก็แสดงให้เห็นว่านักเรียนยืนอยู่ที่จุดไหนของความรู้ ครูไม่ควรทำตัวเป็นผู้ตัดสินว่าอะไรคือความถูกต้องหรืออะไรคือสิ่งที่ผิด เป็นหน้าที่ของนักเรียนที่จะตัดสินว่า ความคิดของเขาผิดหรือถูก ส่วนครูมีหน้าที่เพียงช่วยให้นักเรียนได้ปะทะกับข้อมูลที่มีคุณค่าต่อการตัดสินความคิดของนักเรียน

จะเห็นว่าในการสอนให้มีการอภิปรายนั้น สิ่งที่สำคัญมากที่สุดคือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ครูเป็นเพียงผู้คอยควบคุม และจัดหัวข้อหรือปัญหาให้นักเรียนมาร่วมอภิปรายเท่านั้น ดังนั้นถ้าครูได้จัดปัญหาโดยการใช้สโลว์เทปมาเป็นสถานการณ์ในการอภิปรายปัญหาก็จะทำให้ผลของการอภิปรายปัญหามีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา ดังนั้นในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้ สามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและในชีวิตประจำวัน สำหรับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ไว้ ดังนี้คือ

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ คือ

ทักษะเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณ และคุณภาพ

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมเก็บข้อมูล พร้อมทั้งการกะประมาณที่ควรจะวัดได้

3. การใช้จำนวนเลข หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว และความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย หรืออัตราส่วน

4. การจัดจำพวก หมายถึง การจำแนกสิ่งของ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

5. การสื่อความหมาย หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิดความรู้สึกต่าง ๆ

ได้ตามความต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้ มิติ หมายถึง คุณลักษณะเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว และความหนา รูปกว้าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

7. การสรุปอ้างอิง หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะชั้นบูรณาการ (Intergrated Process Skills) แบ่งทักษะออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

1. การนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationlly) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีการสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและการควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulation) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม และการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่า ผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulation Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting) การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปตารางข้อความ ข้อความที่ตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติของข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่าง ลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความหนา

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวันหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับได้มาหาคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยหาค่าความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการเสนอ ในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล และการพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขี้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร)
- อุปกรณ์และ / หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อมูล หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูควรให้โอกาสนักเรียนในการปฏิบัติการและฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ และสามารถนำไปจัดกระทำกับข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับหลังจากจบโรงเรียนไปแล้ว

โดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร และทักษะการออกแบบการทดลองนับเป็นทักษะที่สำคัญต่อการส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน นอกจากจะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ความจริง แล้วยังช่วยให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กับการศึกษามีเหตุผล

พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งกระบวนการพัฒนานี้ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองอย่างมีคุณภาพ เพียเจต์เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส ผู้คิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดอีกคนหนึ่ง สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทางด้านสติปัญญาและความคิดคือ การที่คนเราได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดซึ่งทำให้เด็กรู้จักตนเอง สติปัญญาของมนุษย์นั้นเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเป็นแนวโน้มที่มีมาแต่กำเนิด การจัดการภายในโดยวิธีรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าเป็นองค์การให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ได้รับ การพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดนี้ จะเริ่มพัฒนาจากการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม พัฒนาการทางสติปัญญาจะประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ คือ การดูดซึม และการปรับขยายโครงสร้าง

การดูดซึม (Assimilation) เมื่อคนได้ปะทะกับสิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดความรู้ ความรู้และความคิดขึ้น ซึ่งจะเข้าไปรวมหรือเกี่ยวข้องกับ Schema อันหมายถึง ความรู้ที่สะสมเป็นทุนเดิมของเด็กหรือประสบการณ์เดิมของเด็กนั่นเอง วิธีการเข้าไปรวมเช่นนี้เรียกว่า การดูดซึม

การปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ถ้าคนได้ประสบกับเหตุการณ์ใด ๆ ซึ่งไม่อาจเข้ากันได้กับ Schemata ที่มีอยู่เดิม คนนั้นจะพยายามปรับปรุง Schemata ที่มีอยู่นั้นให้เข้ากันได้ หรืออาจจะสร้าง Schemata ใหม่ ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งเร้าที่เข้ามา วิธีการเช่นนี้เรียกว่า การปรับขยายโครงสร้าง

การที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใด ๆ ก็ตาม ครั้งแรกเด็กจะพยายามทำความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดเดิม หรือประสบการณ์เดิม (Assimilation) แต่เมื่อไม่

ประสบความสำเร็จเด็กจะต้องเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (Accommodation) จนในที่สุดเด็กสามารถผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความคิดเก่า สถานการณ์เช่นนี้ทำให้เกิดความสมดุล (Equilibrium) อันมีผลทำให้คนสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (พรวณีย์ พุทธิ. 2522 : 50 - 55)

ทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของเพียเจต์ (ฌองฌัก ฌัก. 2524 : 6 - 9 ; อ้างอิงมาจาก Spencer) กล่าวถึงพัฒนาการทางความคิดของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้น และมีโครงสร้างของพัฒนาการทางความคิดเหมือนกัน เพียเจต์แบ่งขั้นต่าง ๆ ของการพัฒนาการทางความคิดออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory - Motor Period)

พัฒนาการในขั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่เกิดจนอายุ 2 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทารก ในช่วงนี้พฤติกรรมจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนไหว และเกิดในรูปปฏิบัติการสะท้อน พฤติกรรมที่เด็กแสดงออก เช่น การดูด การกำมือ การร้องไห้ ฯลฯ ต่อจากนั้นทารกจะสร้างปฏิบัติการสะท้อนที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าธรรมดา เช่น ในเรื่องของการกระทำซ้ำ ๆ กัน ทารกจะเอาสิ่งเข้าชนิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นคันว่า ไหวพริบและสายตา พฤติกรรมที่แสดงมีการตั้งใจ (Intention) โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) จะเกิดขึ้นและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และสามารถนำเอาโครงสร้างที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันได้ ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ทารกแสดง โดยการอ้าปากเมื่อเห็นขนม

2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preperception Thought)

เป็นขั้นที่เด็กเริ่มรู้จักใช้สัญลักษณ์แทนคำพูดได้ เช่น รูปภาพ เด็กเริ่มรู้จักใช้ภาษาแทนสิ่งของต่าง ๆ ได้ ในขั้นนี้ประกอบไปด้วยความคิดเกิดก่อนสิ่งกับ และความคิดนึกรู้เอง (Intuitive Thought) ซึ่งในขั้นความคิดหลังนี้ เด็กเริ่มเข้าสู่ระดับการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการอนุรักษ์ได้ ความคิดส่วนใหญ่ตกอยู่ภายใต้การรับรู้ เด็กยังไม่เข้าใจในควมปฏิบัติการที่จะนำไปสู่การปฏิบัติการในทางตรรกศาสตร์ได้ เช่น การจำแนกประเภท การจัดรวมประเภท การเรียงลำดับ ซึ่งเด็กยังคิดไม่ถึง

3. ขั้นการกิดด้วยรูปธรรม (The Period of Concrete Operation)

อยู่ในช่วงอายุ 7 - 11 ปีถือว่าเป็นขั้นที่เด็กเกิดความคิดโดยใช้ปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งนำไปสู่การคิดหาเหตุผลในทางตรรกศาสตร์ พัฒนาการทางความคิดจะสูงขึ้น การค้นหาความจริงเกี่ยวกับวัตถุและสิ่งแวดล้อมจะมีแบบแผน และไม่ติดอยู่กับที่ ดังเช่น การรับรู้ในขั้นก่อน ๆ เด็กจะพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลางน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามยังต้องอาศัยเวลา ซึ่งเด็กจะต้องมีระดับอายุสูงพอที่จะเกิดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุ เช่น โดยทั่วไปแล้ว เด็กจะเกิดความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์สสารในระดับอายุ 7 - 8 ปี จะเกิดการอนุรักษ์น้ำหนัก เมื่ออายุประมาณ 10 ปี และเมื่ออายุประมาณ 11 - 12 ปี จะเกิดการอนุรักษ์ปริมาตรขึ้นในเรื่องการอนุรักษ์ที่เกิดขึ้นนั้น จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างทางความคิดที่มีระดับสูงพอที่จะเกิดการปฏิบัติการได้โดยธรรมชาติแล้วเด็กในระดับอายุ 7 - 8 ปี จะเกิดการปฏิบัติการที่สำคัญ ๆ คือ

การรวมเข้าด้วยกัน (Combinativity) เป็นการจับประเภทสิ่งต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ เช่นการรวมลูกบาศก์น้ำคาลกับลูกบาศก์ขาว และถือว่าเป็นลูกบาศก์อีกประเภทหนึ่ง

การเชื่อมความสัมพันธ์ (Associativity) เป็นการปฏิบัติการที่ใช้วิธีการต่าง ๆ กันในการรวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ แต่ผลที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เช่น การนำเอาไม้ยาว 6 นิ้วสองอัน และ 24 นิ้วสองอัน มาวางต่อกันได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ระยะทาง 1 หลา โดยอาจเรียงไม้สั้นก่อน หรือเรียงไม้ยาวก่อน หรือวางเรียงสลับกัน

การหวนกลับ (Reversibility) เป็นตัวปฏิบัติการที่สามารถย้อนกลับไปสู่จุดเริ่มต้นแล้วกลับมาสู่จุดจบหรือจุดสุดท้ายได้ ตัวปฏิบัติการนี้มีความสำคัญมากเป็นเครื่องบ่งบอกถึงระดับสติปัญญา

การเป็นเอกลักษณ์ (Identity) เป็นปฏิบัติการที่เป็นการรวมส่วนประกอบอันใดอันหนึ่งเข้ากับส่วนประกอบที่ตรงกันข้ามเกิดผลเป็นศูนย์ (0) ซึ่งอาจเขียนในรูปของ $A + (-A) = 0$ เช่น มีน้ำ 1 ลิตร ตักออกไป 1 ลิตร ผลลัพธ์คือไม่เหลือน้ำอยู่เลย

สิ่งที่พัฒนาขึ้นในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมที่สำคัญคือ ปฏิบัติการเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logical - Mathematics Operation) เพียเจต์กล่าวว่า ประสมการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างนี้แตกต่างจากประสมการณ์ทางกาย เพราะประสมการณ์ทางกาย

เป็นประสบการณ์ที่ได้จากวัตถุภายนอกโดยตรง แต่ประสบการณ์ในการคิดให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์นั้น เป็นผลจากความรู้ที่ได้โดยผ่านการทำงานร่วมกันภายในของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการปฏิบัติการทางสติปัญญาและความคิด โครงสร้างเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างในเรื่องของการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ หรือในเรื่องของจำนวน โครงสร้างที่กล่าวนี้ จะสามารถรวมไปสู่ระบบได้โดยการกระทำและเชื่อมโยงกัน และจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างสมบูรณ์ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operation)

เด็กที่อยู่ในขั้นนี้มีระดับอายุ 11 - 15 ปี พัฒนาการทางความคิดที่เริ่มตั้งแต่นั้นขึ้นประสาสัมพัทธ์และการเคลื่อนไหว จะดำเนินต่อไปตามลำดับขั้น และพัฒนาสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสูงสุดในขั้นนี้จึงเป็นขั้นที่โครงสร้างทางสติปัญญาพัฒนาอย่างสมบูรณ์ จัดได้ว่าเป็นขั้นของสติปัญญาและความคิดอย่างแท้จริง เพียเจต์กล่าวว่า ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม เด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมมติฐานขึ้นในการแก้ปัญหาโครงสร้างต่าง ๆ เหล่านี้ จะสร้างให้เด็กเกิดความคิดหาเหตุผลอย่างสมบูรณ์เท่ากับผู้ใหญ่ หลังจากนั้นแล้วโครงสร้างทางสติปัญญาจะไม่พัฒนาขึ้นไปอีกต่อไป เพราะดำเนินมาถึงขีดสูงสุด สติปัญญาของมนุษย์ทั่วไปจึงพัฒนาสูงสุดในระดับอายุประมาณ 15 ปี

การคิดอย่างมีเหตุผล ตามความหมายของเพียเจต์นั้น "การคิด" คือการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา ซึ่งหมายความว่า การคิดจะต้องปรากฏอยู่ในการกระทำทั้งหลายในการสร้างมโนภาพในการสร้าง มโนคติ (Concept) ทั้งปวง การใช้ภาษาหรือคำพูด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ถือเป็นการคิดหาคำตอบเหมือนกันทั้งสิ้น การคิดนั้นย่อมพัฒนาเป็นขั้น ๆ ไป การคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกระทำ หรือกิจกรรม (Activity) ในขณะการเรียนรู้การคิดนั้น สิ่งที่เป็น (Cognitive) และสิ่งที่เป็น Affective ย่อมแยกกันไม่ออก เพราะว่าความรู้สึกล้วน ๆ นั้น แท้จริงแล้วก็ยังเป็นเรื่องหนึ่งของความคิดนั่นเอง (สาโรช บัวศรี. 2523 : 32)

กู๊ด (Good. 1945 : 332) ได้ให้ความหมายคำว่า "การคิดอย่างมีเหตุผล" หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จ

จริงและปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับแนวคิดหรือข้อสมมติใด ๆ

จริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้

กาพลัส (Karplus. 1977 : 170 - 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็ก
ในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Patterns = c)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกต
คุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น สามารถบอกความแตกต่างของกรดและเบส โดยการสังเกตสีของ
กระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่
สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด เป็นต้น

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุเรื่องการอนุรักษ์โดยปริมาตรของสารคงที่
เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกวงปริมาตรของ
น้ำจากถ้วยในครั้งแรกจะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกวง

C₃ (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งของต่าง ๆ จาก
การสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (one - to - one Correspondence) ระหว่างสิ่งของ
สองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีการเต้น
ของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns = F)

F₁ (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มในสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น
ใช้หลักตรรกศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่
สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง Oxidation และ
Reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานหรือการจัดจำแนกพืชตามหลักวิวัฒนาการ นอกจากนั้น
ยังยอมรับสมมติฐานใด ๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F₂ (Combinatorial Reasoning) สามารถให้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะผสมของ
ความคิดในปัญหาต่าง ๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ และ
ลักษณะแฝงตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไป

F_3 (Functionally and Proportional Reasoning) สามารถอธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราความเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบาง ๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F_4 (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลองโดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน

F_5 (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุ และจากคุณสมบัติที่สังเกตได้ 2. สามารถใช้เหตุผล $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ 3. ในทางปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น 4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเอง ให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็น หรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	1. สามารถใช้เหตุผลเกี่ยวกับความถี่ ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิดได้ 2. สามารถใช้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอ ๆ กับ $C_1 - C_3$ 3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการโดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ 4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุป ซึ่งใช้ข้อมูลต่าง ๆ เป็นรากฐาน

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม ในระหว่างที่เด็กมีอายุเริ่มเข้าวัยรุ่น ความรู้สึนึกคิด ความเข้าใจของเด็กในวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์เรียกลักษณะการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวทศปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 - 15 ปี จากการศึกษา กันกว่าวิจัยของเพียเจต์พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete

objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูล ประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับ ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งลักษณะต่าง ๆ พอจะอธิบายได้ดังนี้ (Sund. 1976 : 48 - 58)

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดของเด็กวัยนี้ เริ่มใช้หลักการ หรือแนวความคิดแบบผู้ใหญ่ มีความซับซ้อนขึ้นในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักใช้ลำดับ เหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดง ออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกต้องตามกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และ สามารถใช้การวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักการ

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical - Decutive Reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นขบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้ อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น คนหนึ่งคิดว่า "วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของ รถยนต์สักคันคือ การไปขอเงินพ่อแม่ซื้อ" แต่ในขณะที่เกี่ยวข้องกับอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขัดแย้งกับความคิด เดิม "ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่" และคิดต่อไปว่า "ฉันต้องหาเงินมาซื้อด้วย ตนเอง" ความคิดเป็นเช่นนี้ เป็นหนทางขึ้นสู่การแก้ปัญหา "ฉะนั้นฉันต้องหางานและเก็บเงินสะสมไว้ เพื่อซื้อรถที่ต้องการ" ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนั้นนำมาใช้ในการแก้ ปัญหาของตนเอง

3. การใช้เหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้ง สมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

- ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นมลูกกิน
- ข. สัตว์ตัวนี้ให้นมลูกกิน
- ก. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดชั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่า เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ... ดังเช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. สัตว์ตัวนี้เห่า

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ก. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่า สัตว์ทุกตัวที่เห่าจะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นอาจไม่จริง เพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจเห่าเหมือนสุนัข การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอนุมานแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็น เป็นลักษณะของคนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เกิดในวัยนี้ บางคนเริ่มมีความคิดการการณเป็นขั้น ๆ โดยใช้เหตุผลต่าง ๆ

4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้นหรือเป็นเช่นนั้นได้

4.2 มันอาจเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้ด้วย

4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้นแต่ไม่เป็นเช่นนั้น

4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนั้นและเช่นนั้น

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

1. ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)

2. ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก)

ตัวอย่าง ถ้าพื้นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)

3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็ไม่เกิด (ข)

ตัวอย่าง ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)

4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก)

ตัวอย่าง ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ทำให้เกิดความคลุมเครือตัวหนึ่งตัวใดไว้แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อย ๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาก็

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่อง หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับ ความคิดเห็นตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง คำสูงกว่าแดง และแดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด
ชั้นการคิด คำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่า ขาว

เพราะฉะนั้น คำ สูงกว่า ขาว

คำตอบ คำ คือคนที่สูงที่สุด

ลำดับขั้นตอนการคิดหาคำตอบนี้เริ่มจาก

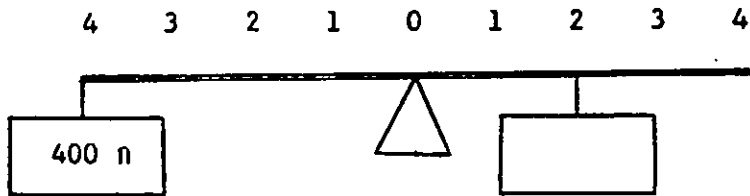
1. ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
2. พิจารณาข้อมูลที่ไม่มีปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
3. ร่างชั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
4. ลงมือตอบ โดยใช้เครื่องมือช่วย เช่น การเขียน

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic)

เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลาย ๆ ตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่าง

นักเรียนได้รับขลุ่ยบรรจุของเหลวไม่มีสี และไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดแก้วทรงชมพู บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งมีป้ายชื่อ (n) ลงในขวดทรงชมพู ของเหลวในขวดทรงชมพูจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่มีสติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านี้อย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้มีอยู่ว่า ของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้นที่จะผสมกับของเหลว (n) จึงจะได้สีเหลืองของเหลวในขวดอื่น ๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วน สามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ตัวอย่าง เช่น ปัญหาตารางแบบสองแขนเด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่าจะต้องเอาน้ำหนัก
เท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้
คานอยู่ในลักษณะสมดุลย์
.....

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใด ๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนกจัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนกโดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบวิวัฒนาการ หรือตามวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิและเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตัวเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติและมีอุดมคติเป็นของตนเอง

จากเอกสารพัฒนาการทางสติปัญญาพอสรุปได้ว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ จะเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ หรือเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ละลักษณะที่แตกต่างกันของเด็ก และสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมของเด็กแต่ละคนซึ่งการคิดจะเจริญขึ้นได้มากน้อย

เพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับภาวะเจริญเติบโตทางกายและประสาทที่เด็กได้รับ สำหรับเด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (อายุ 11 - 15 ปี) จะมีการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรมซึ่งพอที่จะสรุปเป็นลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้ เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Thinking) และใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการคิดดังต่อไปนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) เป็นการใช้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักการใช้ลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน แล้วแสดงความคิดเห็นนั้นออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมาน (Hypothetical - Deductive) หมายถึง การให้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย เช่น

เด็กคนหนึ่งมีปัญหาคือ : เธออยากได้รถจักรยานหนึ่งและเกิดความคิดว่า ต้องขอเงิน

พ่อชื่อ : แต่พ่ออาจไม่ให้

ต้องหาเงินซื้อด้วยตนเอง : "ฉะนั้น ฉันต้องหางานเพื่อเก็บเงินไว้ซื้อเอง"

3. เหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) หมายถึง การอ้างเหตุผลที่สอดคล้องสมเหตุสมผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่าง

ก. ความที่ทุกอย่างควรสรรเสริญ

ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง

ก. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

4. เหตุผลแบบมีเงื่อนไข (Propositional Thinking) หมายถึง การใช้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องการพิสูจน์ หรือแสดงใจหายตัวอย่าง

โจทย์ ดำเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง ดำฝนตก (ก) พันคืนจะชุ่มชื้น (ข)

5. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) หมายถึง ความสามารถใช้เหตุผลย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เป็นการลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว
ตัวอย่าง

คำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่า ชาว

ฉะนั้น คำ สูงกว่า ชาว

6. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุที่เหลือ

7. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) หมายถึง ความสามารถแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยน เท่านั้น

8. การใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) หมายถึง การคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของตัวแปรอย่างมีระบบ
ตัวอย่าง

ในการทำปฏิริยาเคมีของสารพบว่า มีสารเคมี 2 ชนิดเท่านั้น เมื่อทำปฏิริยากันแล้วจะได้ตะกอนสีส้ม ถ้ากำหนดให้สารเคมีทั้งหมด 4 ชนิด โดยให้นักเรียนทำการทดลองผสมสารทั้ง 4 ชนิด ให้ได้ตะกอนสีส้ม ซึ่งในการแก้ปัญหานี้เด็กจะใช้วิธีการโดยการผสมสารเหล่านั้นอย่างมีระบบ

9. ความน่าจะเป็น (Probability) หมายถึง ตัวเลขที่บอกว่า เหตุการณ์หนึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเท่าใด ในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

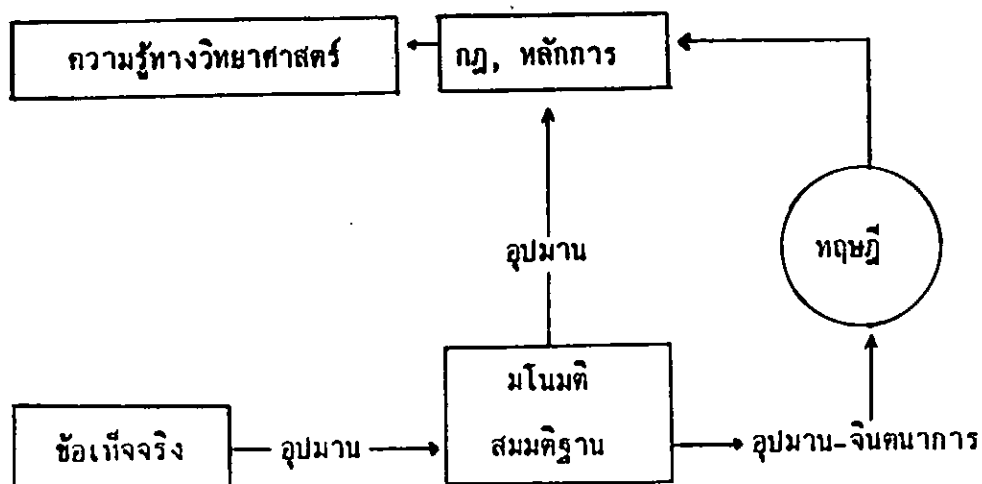
จากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทย ซึ่งมี

อายุอยู่ในช่วงระหว่าง 11 - 15 ปี ก็น่าจะมีพัฒนาการศึกษาย่ำแย่เหตุผลแบบนามธรรมได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะเลือกศึกษาถึงพัฒนาการของการศึกษามีเหตุผลกับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อไป

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้บรรลุถึงนั้น ได้แก่ ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 256 : 1 - 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสรุป ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังได้เน้นถึงความสำคัญของพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ได้แก่ พฤติกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ในแง่ของระบบการค้นคว้าหาความรู้ยิ่งกว่าจะหมายถึงการหาความรู้แต่เพียงอย่างเดียว ได้แก่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติการ ทักษะของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ความคุ้นเคยต่อสัมพันธภาพระหว่างวิทยาศาสตร์กับวัฒนธรรมด้านอื่น ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตัวเราเอง ดังรายละเอียดดังนี้ (พิศาล สร้อยอุรวั. 2525 : 7 - 26 แปลจาก Klopfer. 1971)

พฤติกรรมของนักเรียน

1. ความรู้ความเข้าใจ

1.1 ความรู้ความจำ

- 1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
- 1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้น
- 1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
- 1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวก ประเภท และเกณฑ์ต่าง ๆ
- 1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และหลักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

1.2 ความเข้าใจ

- 1.2.1 การระบุถึงความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่
- 1.2.2 การแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2. บวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1

- 2.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 2.2 การบรรยายถึงสิ่งที่สังเกตพบโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- 2.3 การวัดขนาดของวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงขนาดต่าง ๆ
- 2.4 การเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม
- 2.5 การประมาณค่าของการวัด และการยอมรับในความคลาดเคลื่อนของการวัด
3. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2
 - 3.1 การยอมรับในปัญหา
 - 3.2 การตั้งสมมติฐานที่รัดกุม
 - 3.3 การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน
 - 3.4 การออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน
4. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3
 - 4.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - 4.2 การเสนอข้อมูลโดยแสดงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน
 - 4.3 การแปลความหมายของการสังเกต และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - 4.4 การขยายความและการเพิ่มเติมความ
 - 4.5 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 - 4.6 การสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างเป็นเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ
5. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4
 - 5.1 การตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทฤษฎี
 - 5.2 การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
 - 5.3 การระบุถึงประสบการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี
 - 5.4 การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี

5.5 การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลอง

ทฤษฎี

5.6 การปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี

6. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

6.1 การนำไปใช้กับปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

6.2 การนำไปใช้กับปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น

6.3 การนำไปใช้กับปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

7. ทักษะในการใช้เครื่องมือ

7.1 การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป

7.2 การปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไปได้อย่างปราณีตและ

ปลอดภัย

8. ทักษะและความสนใจ

8.1 การแสดงออกซึ่งทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์

8.2 การยอมรับชมเชยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีการทาง

ของความถึกแค้นหนึ่ง

8.4 ความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

8.6 การพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

9. การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

9.1 การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางจิตวิทยาที่อยู่

ในรูปแบบต่าง ๆ

9.2 การยอมรับข้อจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอิทธิพลของชมเชยการ

สืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป

9.3 การตระหนักในประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์

9.4 การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยีและพัฒนาการทางเศรษฐกิจ

9.5 การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจรรยา

ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในแต่ละครั้งจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ไล่ตั้งแต่ส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ได้ยึดแนวของ ประวิตร ชูศิลป์ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31) โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความกิริยวณยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้สไลด์

งานวิจัยเกี่ยวกับสไลด์ เทป ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

คราวเดอร์ (Crowder. 1969 : 4034 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ โดยใช้สไลด์ประกอบหุ่นจำลองกับการสอนปกติ พบว่าการใช้สไลด์ประกอบกับหุ่นจำลองให้ผลการเรียนรู้ในความจำดีกว่าการสอนปกติ

ลอรี (Laurie. 1975 : 7707 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนแบบปฐกฏา
กับการสอนโดยใช้สไลด์เทปรายบุคคลเรื่องความสมบูรณ์ของร่างกาย พบว่าผลการเรียนรู้จากการ
สอนทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประภา ภูวน (2515 : 30) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ข้อเท็จจริงในวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปภาพกับสไลด์เทปประกอบการสอน พบว่าได้ผลทัดเทียมกัน และเมื่อ
เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่สอนแบบบรรยาย โดยไม่มีอุปกรณ์การสอนประกอบกับกลุ่มที่ใช้สไลด์
ประกอบ ผลของกลุ่มที่ใช้สไลด์ประกอบดีกว่า

ไพโรจน์ เบาใจ (2516 : 45) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
สุขศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้สไลด์เทปประกอบการสอนด้วยวิธีต่าง ๆ คือ

- ฉายสไลด์ประกอบเทปให้นักเรียนเห็น
- อธิบายเนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์เทปประกอบแล้วอภิปรายซ้ำ
- การสอนแบบอภิปรายโดยไม่มีอุปกรณ์การสอน

ผลการศึกษารายงานว่า การสอนแบบอธิบายเนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์ประกอบเทปและ
อภิปรายซ้ำให้ผลดีที่สุดในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เกษม บุญส่ง (2517 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงด้วยเทป
อัดโน้ตกับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ ผลปรากฏว่าการสอนโดยใช้สไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ
ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอน โดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงด้วยเทปอัดโน้ต

วิทยา อุคมผล (2528 : 55) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการ
ทดลองวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสไลด์เทปกับการอภิปราย
และสาธิต ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสไลด์เทปสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปราย และ
การสาธิต

กิตติศักดิ์ เสมอธรรมนันท (2531 : 77) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบกับการสอนตามหนังสือคู่มือครู พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยประสิทธิภาพของสไลด์เทปต่อการเรียนการสอน ได้ชี้ให้เห็นว่าสไลด์เป็นสื่อที่มีคุณค่า มีความเหมาะสมต่อการเรียนการสอน ซึ่งจะให้ผลดีกว่าสื่ออื่น ๆ และจากการวิจัยถึงแนวทางการนำสไลด์มาใช้ในการเรียนการสอนมีแนวโน้มให้เห็นว่า การใช้สไลด์เทปประกอบการสอนแล้วมีการอภิปรายที่หลังจะให้ผลการเรียนสูงกว่าวิธีอื่น ๆ ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของ สสท. มีขั้นตอนการอภิปรายก่อนการทดลอง ขึ้นทดลองแล้วจึงอภิปรายหลังการทดลอง และวิทยา อุดมผล (2528 : 55) ได้วิจัยพบว่าการใช้สไลด์เทปในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการอภิปราย และการสาธิต ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่า การนำสไลด์เทปเข้ามาประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง โดยมีการจัดระบบสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย จะมีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปราย ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ ดังนี้

ยุพิน จิรสุขานนท์ (2522 : 8) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยวิธีสอนแบบอภิปราย ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร้อยละ 92.62 ของนักเรียนเห็นว่าการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย ทำให้นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน และช่วยกันแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 95.24 เห็นว่าการเรียนแบบนี้ช่วยให้มีโอกาสฝึกในด้านการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ และ

รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน

ถนอมจิตต์ เสนมา (2525 : 61) ได้ทำการสอนเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอน ผลการสอนสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่าง นักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจัดกิจกรรมระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการ เรียนแบบนี้ในระดับปานกลาง มีบางข้อที่เห็นด้วยในระดับสูงมากคือ รู้จักช่วยเหลือตนเอง กระตุ้น ให้ใช้ความคิดขณะเรียน ผักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

หอมวล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปราย ระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปรายจะเห็นว่า การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้มี โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดสนใจ และร่วมกันแก้ปัญหาค้าง ๆ ได้มาก ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่า การนำสไลด์เทปเข้ามาประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง โดยการ จัดระบบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา น่าจะทำให้นักเรียนมีความ สามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์

นักการศึกษาจำนวนมากได้สนใจศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เพื่อศึกษา ว่าพัฒนาการขั้นต่าง ๆ ทางสติปัญญาของมนุษย์เป็นไปตามทฤษฎีที่เพียเจต์ เสนอไว้หรือไม่ และเพื่อที่ จะนำเอาผลการวิจัยไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัยของเด็ก ดังจะเห็นได้จากงาน

วิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาที่นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ศึกษาไว้ โดยเฉพาะกับเด็กในระหว่างอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรม

จากการศึกษาเด็กในขั้นการคิดแบบนามธรรม คิลเลียน (Killian. 1979 : 350 - 377) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของนักศึกษาในระดับวิทยาลัย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาในชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยโมโทรโปลิตัน มลรัฐโคโลราโด โดยใช้แบบทดสอบพัฒนาการทางสติปัญญาของเทียเจต์ พบว่า นักศึกษาจำนวนร้อยละ 25 มีพัฒนาการอยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรม จำนวนร้อยละ 60 อยู่ในขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรม และจำนวนร้อยละ 15 อยู่ในขั้นการคิดแบบรูปธรรม และชายกับหญิงมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาไม่แตกต่างกัน

นอกจากนั้นพัฒนาการทางสติปัญญา จะดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นอยู่กับระดับอายุ และ ประสบการณ์อีกด้วย งานวิจัยของ พอลแลนด์ (Pallrand. 1979 : 445 - 451) ได้ศึกษาถึงขั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรมที่เปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นการคิดแบบนามธรรม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มแรก เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีอายุระหว่าง 12 ปี ถึง 15 ปี 10 เดือน

กลุ่มสอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีอายุระหว่าง 15 ปี 11 เดือน ถึง 17 ปี 11 เดือน

กลุ่มสาม เป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัยอายุระหว่าง 18 ปี ถึง 23 ปี

โดยใช้แบบทดสอบพัฒนาการทางสติปัญญา 10 ข้อ จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 2 , 3 มีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรมอย่างสมบูรณ์มากกว่ากลุ่มแรก ซึ่งกลุ่มแรกจะอยู่ในขั้นเริ่มแรกของขั้นการคิดแบบนามธรรม

จากการศึกษานายในประเทศกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรม เด็กจะมีพัฒนาการทางความคิดสูงสุด สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เป็นนามธรรมได้ ดังผลงานวิจัยของจิฐา สุวรรณวงศ์ (2522 : 57 - 59) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านสติปัญญาขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองกับเด็กในชนบท โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีอายุระหว่าง 13 - 16 ปี

พบว่านักเรียนที่มีอายุต่างกันจะมีสิ่งกีดขวางในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ แรงกดดัน ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกับเวลา และอัตราการเร่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เด็กในเมืองกับเด็กในชนบทมีสิ่งกีดขวางในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้านการศึกษานามธรรมไม่แตกต่างกัน

เด็กในช่วงการศึกษานามธรรมนี้ สามารถคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ แต่ระดับการศึกษาที่ต่างกันจะมีผลทำให้การคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์แตกต่างกันไปด้วย ดังที่

คำนิง ภูมิวิธญา. (2518 : 62) ได้ศึกษาพัฒนาการของการคิดเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 12 - 16 ปี กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 , 7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 จำนวน 400 คน ใช้เครื่องมือสองชุด คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดตามหลักของเพียเจต์ และหลักซิลโลยิซึม ของอริสโตเติล กับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดของมิลล์ พบว่าความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กไทยวัยรุ่นแตกต่างกัน

นอกจากนั้น ดาวรร รอดเทศ. 2523 : 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การคิดอย่างมีเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในระดับการศึกษาต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์สูงกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พอสรุปได้ว่า

1. ชายและหญิงมีระดับพัฒนาการไม่แตกต่างกัน
2. พัฒนาการทางสติปัญญาจะดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นอยู่กับระดับอายุและประสบการณ์
3. เด็กในช่วงอายุ 11 - 15 ปี อยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรม สามารถเข้าใจใน

เนื้อหาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นนามธรรมได้

4. เด็กในช่วงการศึกษานามธรรม สามารถคิดหาเหตุผลทางด้านตรรกศาสตร์ได้
 5. นักเรียนที่มีระดับการศึกษาต่างกันทำให้การคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์แตกต่างกัน
- จากงานวิจัยนี้ ช่วยให้ผู้วิจัยได้แนวทางที่จะเลือกเด็กในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่ม

ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เพราะถือว่าอยู่ในช่วงที่มีความคิดด้านนามธรรม สามารถเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เป็นนามธรรม และสามารถคิดหาเหตุผลทางด้านตรรกศาสตร์ได้ ดังนั้น ถ้าจัดประสบการณ์ในการเรียนการสอนให้เหมาะสม ก็จะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลให้ดีขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศมีนักการศึกษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้อย่างน่าสนใจ เช่น สตีฟ แชย และ แดนเนี่ยล คัมบลิว บอล (Steve Say, and Daniel W. Ball. 1975 : 174) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ที่เป็นไปไ้ระหว่างระดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถของนักศึกษาในการที่จะปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการด้วยนามธรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 7 - 9 จำนวน 214 คน ระดับเกรด 10 - 12 จำนวน 205 คนในรัฐโคโลราโด ความสามารถในการปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการด้วยนามธรรม วัดโดยการสอบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภารกิจของเพียเจต์ (piagetian Task Instrumet - P. T. I.) ซึ่งพัฒนาโดย เพียเจต์ และ อินเซลเคอร์ ผลปรากฏว่านักศึกษาที่มีระดับการคิดหาเหตุผลด้านการธรรมสูงที่ระดับปฏิบัติการด้านนามธรรม มีระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาที่มีพัฒนาการยังไม่ถึงขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ เชียบเทตตา (Chiuappetta. 253 - 261) ได้สำรวจและรวบรวมผลการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และระดับวิทยาลัย พบว่า ระดับสติปัญญาการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่า ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดด้านนามธรรมจะอยู่ระหว่างอายุ 15 - 20 ปี และให้ข้อเสนอแนะว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นทั้งเนื้อหา วิธีสอน ตลอดจนการทดลองต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงระดับสติปัญญาการเรียนรู้การคิดแบบรูปธรรม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ในขั้นนี้ ดังนั้นเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องส่งเสริมให้เด็กสามารถพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้ จากขั้นการคิดแบบรูปธรรม ไปสู่ขั้นการคิดแบบนามธรรมได้ และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดี จะต้องกักเนื้อหาส่วนที่เป็นนามธรรม

และคำนวณให้น้อยลง และเน้นการปฏิบัติให้มาก โดยเริ่มจากส่วนที่เป็นรูปธรรมก่อน คังงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการทดลองของ แคนทู และเฮร์รอน (Cantu and Herron. 1978 : 135 - 143) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในชั้นการคิดแบบรูปธรรมและนามธรรม กับการเรียนรู้ โนมคติทางวิทยาศาสตร์ (Science Concept) เพื่อจะดูว่าการรับรู้โนมคติทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบรูปธรรมกับการรับรู้แบบนามธรรมนั้นเป็นอย่างไร โดยใช้กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา และนักศึกษาในวิทยาลัยจำนวน 137 คน มีอายุเฉลี่ย 16.25 ปี ใช้เวลาดำเนินการวิจัย 6 สัปดาห์ โดยทดลองสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้ แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่มีการรับรู้โนมคติทางวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการด้วยรูปธรรมได้คิดว่าการรู้แบบนามธรรม ฉะนั้นการที่จะให้นักเรียนพัฒนาความคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรสอนแบบปฏิบัติการด้านรูปธรรม

พิเบอร์ (Piburn. 1980 : 443 - 448) ได้ศึกษาความสามารถพิเศษที่สัมพันธ์กับ ระดับสติปัญญาการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนนิวซีแลนด์ด้วยการใช้ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 34 คน ใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถพิเศษและแบบ ทดสอบกิจกรรมสัมภาษณ์ของเพียเจต์ 2 ข้อ พบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ชั้นการคิด แบบนามธรรม และชั้นการคิดแบบรูปธรรม จะได้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนน วัดความสามารถพิเศษแตกต่างกัน โดยเด็กนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ชั้นการคิดแบบนาม ธรรมจะได้คะแนนสูงกว่า

ชัยสงคราม เครือหงส์ (2522 : 58) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง ตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปี ที่ 1 ในจังหวัดสงขลา จำนวน 286 คน ทำแบบทดสอบความสามารถในการหาเหตุผลแบ่งเป็น 2 ฉบับ คือการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย และการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่าความสามารถ ในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.592 และ 0.615 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ยุพา วีระไวทยะ (Viravaidhaya. 1980 : 4351 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสติปัญญากับการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (มศ. 4) พบว่าระดับสติปัญญาการเรียนรู้ออกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กัน กลุ่มนักเรียนที่มีชั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรม และชั้นการคิดแบบรูปธรรม และกลุ่มนักเรียนชั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรม และชั้นการคิดแบบรูปธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเหล่านี้ไม่แตกต่างกัน

สุรินทร์ ผลกล้วย (2524 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการศึกษาค้นคว้าตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองไทยและชนบท โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับอายุ 11 - 16 ปี จำนวน 150 คน พบว่า การศึกษาค้นคว้าตามหลักตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.808 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ยังสรุปไม่ได้ว่าเด็กไทยเข้าสู่พัฒนาการทางการคิดให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในระดับอายุเท่าใด เพราะจากการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษากับนักเรียนระดับอายุ 11 - 12 ปี เป็นอายุต่ำสุดที่พบแล้ว

พรทิมล สกุลกู (2525 : 65) ได้ศึกษาผลการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้น ม.4 ที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาการเรียนรู้ออกผลสัมฤทธิ์ต่างกัน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ชั้นการคิดแบบนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาส่งกว่าทุกกลุ่ม ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ชั้นการคิดแบบกึ่งนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาส่งกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาชั้นการคิดแบบรูปธรรม

วินัย เข้มเมือง (2529 : 88 - 89) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่อยู่ในชั้นการศึกษาระดับนามธรรม สามารถเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนชั้นอื่น ๆ และในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเป็นสำคัญ เด็กที่มีการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้ดี จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีด้วย

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับพัฒนาการทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไรลีย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาฝึกสอนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองซึ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองเช่นกันฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุม โดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาดิลลา โอเก้ และดิลลาซอร์ (Padilla, Okey and Dillashaw. 1983 : 239 - 246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการศึกษาด้านนามธรรม เพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการศึกษาด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 - 12 จำนวน 500 คน โดยใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่าความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r = 0.73$) แสดงให้เห็นว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการศึกษาด้านนามธรรมเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลทางด้านตรรกศาสตร์

อุทัย ชิวธนรักษ์ (2517 : 86) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หัตถ์คติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามหัตถ์คติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าทักษะกระบวนการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

หิระศักดิ์ โหศาลนันท์ (2525 : 46 - 47) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญา การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 348 คน ได้ใช้แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาการเรียนรู้ของ Gilbert M. Burney ซึ่งปรับปรุงเป็นภาษาไทย โดยยุหา วีระไวยะ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง สร้างโดย สสวท. พบว่าระดับทางสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดแบบนามธรรม และกึ่งนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่า

1. การเรียนโดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์

3. การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดคำนวณ

นาฏกรรม

5. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

จากผลการวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่า พัฒนาการทางสติปัญญานั้นจะขึ้นอยู่กับอายุและประสบการณ์ ซึ่งเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 11 - 15 ปี สามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมได้ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นการเรียนเพื่อฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งก็ต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการศึกษามีเหตุผลควบคู่กันไป ซึ่งการศึกษามีเหตุผลนี้เป็นรากฐานอันหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นถ้าครูผู้สอนจะจัดประสบการณ์ให้กับเด็กนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็จะช่วยให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการศึกษามีเหตุผลสูงขึ้น พร้อมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู มีความสามารถในการศึกษามีเหตุผลแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ความสามารถในการศึกษามีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู
หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ อำเภอมะนัง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ซึ่งมีนักเรียน 8 ห้อง จำนวน 315 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ อำเภอมะนัง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มจำนวน 2 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 8 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอีกครั้งหนึ่งเพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามแนวทางหนังสือคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาเรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 305) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำ กระทำในปีการศึกษา 2532 ภาคเรียนที่ 1
โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ

แบบแผนการทดลอง

การศึกษากันคว่ำครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control Group
Pretest - Posttest Desing ซึ่งมีลักษณะการทดลอง ดังนี้ (ทวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530 :
114 - 116)

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบการสุ่ม

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

T_1 แทน การสอบก่อนการทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังการทดลอง

X แทน การจัดการกระทำหรือการใช้ตัวแปรทดลอง ซึ่งในที่นี้คือ การสอนโดยใช้สไลด์แบบ
ประกอบการอภิปรายปัญหา

~ X แทน ไม่มีการจัดกระทำหรือใช้ตัวแปรทดลอง ซึ่งในที่นี้คือ การสอนตามแนวหนังสือ
คู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ แผนการสอนที่ใช้มี 2 แผน คือ

1.1 แผนการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา

1.2 แผนการสอนตามแนวหนังสือคู่มือครู

2. สไลด์เทป

3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์มี 2 แผน วิธีดำเนินการสร้างดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมาย และเนื้อหาเรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์จากหนังสือแบบเรียน และคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 18 คาบ ประกอบด้วยความถี่รวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 สร้างแผนการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา

2.1.1 ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง

ก. นักเรียนดูสไลด์เทป

ช. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2.1.2 ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตามที่ออกแบบการทดลองไว้

2.1.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน สรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้

2.2 แผนการสอนตามหนังสือคู่มือครู ดังนี้

2.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ในแบบเรียน และคู่มือครู จุดประสงค์ของการทดลอง วิธีทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2.2.2 ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

2.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้

3. นำแผนการสอนทั้งสองแผนดังกล่าว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4. ปรับปรุงการสอนแต่ละแผนตามผู้ผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแผนแต่ละแผนไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ ที่ไม่ใช่อีกกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ดังนี้

4.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น กิจกรรมที่กำหนด การสื่อความหมาย ระยะเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.2 ทดลองสอนกับนักเรียนทั้งห้อง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองสอนจริง

การสร้างสไลด์เทป คำเนิการสร้าง กังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างสไลด์จากเอกสาร คำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมที่เหมาะสม
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ จากแบบเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 305) และจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. วิเคราะห์เนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องนำมาสร้างสไลด์ โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์
4. เขียนบทสไลด์ โดยเริ่มจากจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ แล้วนำมาทำภาพร่างและเขียนบท (Script) ตามลำดับโดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ที่ตั้งไว้
5. นำบทสไลด์ที่เขียนขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสไลด์ และครูชำนาญการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ตรวจแก้ไข
6. ทำการฉายทำและบันทึกเสียงความภที่เขียนไว้
7. นำสไลด์เทปที่สร้างขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์สมันต์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กังนี้
 - 7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มย่อย บันทึกปัญหาต่าง ๆ และเวลาที่ใช้ หลังจากเรียนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของสไลด์เทป นำมาปรับปรุงแก้ไข
 - 7.2 ทดลองสอนกับนักเรียนทั้งห้อง เมื่อเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพของสไลด์เทป เกณฑ์การยอมรับจะพิจารณาคำถามแต่ละข้อ ข้อใดได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะยอมรับ และคะแนนรวมของสไลด์เทป ทั้งชุดร้อยละ 86 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ทดลองจริง

แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล ปรับปรุงใช้แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลของ
ณรงค์ ท่วงศรี ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลของ Gilbert M. Burney.
(Sund. 1976 : 165 - 173 อ้างอิงมาจาก Burney. 1974) เป็นข้อสอบวัดระดับสติปัญญา
การเรียนรู้ มีความเชื่อมั่นสูง (.825) ต่อมา ผุพา วีระไวทยะ ได้ดัดแปลงเป็นภาษาไทย และ
ณรงค์ ท่วงศรี ได้นำมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง (ณรงค์ ท่วงศรี. 2525 : 80 - 90) มีค่า
ความเชื่อมั่น 0.7239

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดย
กำหนดตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและ
การสืบพันธุ์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ เนื้อหาพฤติกรรมโดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้
ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน
4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ โดยให้มีสัดส่วนของ
จำนวนข้อสอบ แต่ละด้านพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ตามตารางหลักสูตร
5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ ประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท จำนวน
5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ความถูกต้อง ด้านภาษาเพื่อแก้ไขปรับปรุง
6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
ศรีโพธิ์สมศักดิ์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 50 คน

7. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เท ฟาน เลือกเอาข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง $.20 - .80$ และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ $.20$ ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder Richardson - 20) (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 168) มีค่าความเชื่อมั่น 0.8096

9. ข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกแล้วอยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้เป็นข้อสอบที่ดี จำนวน 50 ข้อ เป็นข้อสอบที่นำไปใช้จริงในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

ข้อสอบวัดความรู้ความจำ จำนวน 13 ข้อ

วัดความเข้าใจ จำนวน 17 ข้อ

วัดการนำไปใช้ จำนวน 7 ข้อ

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ

วิธีดำเนินการศึกษากันคว้า

ในการศึกษากันคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย

2. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวหนังสือคู่มือครู

3. ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน ในระยะเวลา กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ

4.1 กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา

4.2 กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครู

5. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน กับนักเรียนทั้ง

2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบการศึกษามีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับที่ใช้สอบครั้งแรก

6. ตรวจสอบผลการสอบการศึกษามีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมุติฐานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังฉา สายยศ.

2528 : 59)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	X	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังฉา สายยศ.

2528 : 63)

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
ΣX^2	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หากความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

3. หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1. ทดสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียน
ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test Dependent (ลัวัน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2528 : 87)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

2. ทดสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการศึกษามีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t - test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{\frac{MD_1 - MD_2}{S}}{\frac{MD_1 - MD_2}{S}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{\frac{S_D^2}{n_1}}{1} + \frac{\frac{S_D^2}{n_2}}{2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution
MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียนของ กลุ่มทดลอง
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนการเรียนของ กลุ่มควบคุม
D_1	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของ กลุ่มทดลอง
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของ กลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อน การเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ความแปรปรวนรวมของผลต่างของคะแนนของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
X ₁	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
X ₂	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา
$s_{MD_1 - MD_2}^2$	แทน	ความแปรปรวนรวมของผลต่างของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
s_o^2	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหา
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับขั้นดังนี้

1. เปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู โดยมีสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูมีความสามารถในการศึกษามีเหตุผลแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	6.70	9.075	2.375	0.5871	2.6813**
กลุ่มควบคุม	40	8.225	9.05	0.825		

$t(.01, 78) = 2.660$ **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู โดยมีสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	40	23.55	34.20	10.65	0.8436	4.6230 ^{**}
กลุ่มควบคุม	40	26.15	32.90	6.75		

t (.01, 78) = 2.660 ^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหา กับกลุ่มที่เรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหา ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหา ระหว่างก่อนทำการทดลองและหลังจากการทดลอง โดยมีสมมุติฐานของการศึกษากันกันว่า การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าการทดลอง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้
สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	ΣD^2	t
หลังการทดลอง	40	9.075	2.375	457	6.1669**
ก่อนการทดลอง	40	6.70			

$t (.01, 39) = 2.457$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่า การศึกษามีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้
สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 โดยความสามารถในการศึกษามีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองซึ่งเป็น
ไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

4. เปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู
ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนตาม
แนวทางสื่อคู่มือครูระหว่างก่อนทำการทดลองและหลังจากการทดลอง โดยมีสมมติฐานของการศึกษา
กันไว้ว่า การศึกษามีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อน
การทดลอง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	$\bar{D}$	$\sum D^2$	t
หลังการทดลอง	40	9.05	0.825	361	1.7836*
ก่อนการทดลอง	40	8.225			

$$t (.05, 39) = 1.697$$

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 พบว่า การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา กับการสอนตามแนวหนังสือคู่มือครู ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหาก่อนทำการทดลองและหลังการทดลอง
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูก่อนทำการทดลองและหลังการทดลอง

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เพรประกอบการอภิปรายปัญหา กับที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีโพธิ์สมันต์ อำเภอมะนัง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากจากห้องเรียนมาทั้งหมด 2 ห้องเรียน จากนั้นจับฉลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ใช้สำหรับสอนกลุ่มทดลอง

2.2 แผนการสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ใช้สำหรับสอนกลุ่มควบคุม

2.3 แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นแบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาการเรียนรู้อิงของ ณรงค์ ห่วงศรี ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลของ Burney (Sund. 1976 : 165 ; citing Burney. 1974) และได้คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.7239

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน มีค่าความเชื่อมั่น 0.8096

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน ใช้เวลา 1 คาบ เฉพาะกลุ่มทดลอง

3.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 2 คาบ

3.3 ดำเนินการสอน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง และกลุ่มควบคุมเรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการเรียน 18 คาบ คาบละ 50 นาที

3.4 ทดสอบหลังการเรียน ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบ หลังการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 2 คาบ

3.5 นำผลที่ได้ในข้อ 3.2 และ 3.4 มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้สไลด์ เทปประกอบการอภิปรายปัญหาระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียน แล้วทดสอบ นัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test แบบ Dependent

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนตามแนว

หนังสือคู่มือครูระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียน แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ t - test แบบ Dependent

สรุปผลการทดลอง

- (1.) กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. กลุ่มนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครูหลังการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา และนักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าการสอนตามแนวหนังสือ

คู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วินัย เทียมเมือง (2529 : 88 - 89) ที่ได้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับการสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จอนส์ (Johns. 1966 : 994 - 995) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมต่างกัน ผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวเอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหา ทักษะคิดวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และการทำการบ้านตามที่ครูกำหนดให้

จากการที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหามีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู เป็นเพราะนักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เพปประกอบการอภิปรายปัญหา ได้เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลทุกครั้งที่ทำการสอนในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง โดยกำหนดให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายระบุนิยาม ตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร และการออกแบบการทดลอง ซึ่งทักษะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผลอย่างมากทั้งงานวิจัยของ หาคิลลา โอเก้ และคิลลาซอร์ (Padilla, Okey and Dillashar. 1983 : 239 - 296) พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการคำนวณธรรมชาติกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r = 0.73$) แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำแล้ว จะช่วยให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น นอกจากนั้นในส่วนของคำถามยังมีส่วนสำคัญมากต่อการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน โดยการตั้งคำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ในด้านการศึกษาค้นหาแนวทางมากที่สุด ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เลือกใช้แนวทางการศึกษากับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากที่สุด ประกอบกับสไลด์ เทปนั้นเป็นสื่อการสอนที่สามารถรวมจุดสนใจ และสามารถกระตุ้นแรงเร้าให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นออกมา เพราะว่าสไลด์เทปที่สร้างชิ้นนั้นเป็นการสร้างจากของจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ขึ้นในหลาย ๆ ทักษะ โดยการสังเกต ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน การกำหนดการควบคุมตัวแปร และการออกแบบการทดลอง นอกจากนั้นรูปแบบยังสามารถพัฒนาความคิดให้สูงขึ้น ดังที่ สุมาลี พลราษฎร์ (2529 : 82) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นทักษะด้านการคิด ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ด้วยการศึกษาจากภาพ โดยไม่ได้ปฏิบัติการทดลอง

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหามีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวทางคู่มือครู

สมมติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาขั้นต้นพบว่า การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามแนวทางคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติศักดิ์ เสงฆธรรมนธ์ (2531 : 77) ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทป ประกอบกับการสอนตามหนังสือคู่มือครู พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามหนังสือคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุทธิณ อิศุขานนท์ (2522 : 62) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปรายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนแบบบอกให้รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู เป็นเพราะการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา นักเรียนมีโอกาสดำเนินการเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ทำให้นักเรียนเกิดความรักและอยากเรียน และเรียนอย่างมีชีวิตชีวา จึงทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน และทำให้นักเรียนมีโอกาสร่วมกันทำงาน ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันได้วิเคราะห์เหตุผลหรือระบุปัญหา อภิปรายถึงสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา บอกหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนรู้จักการวิจารณ์ด้วย (มังกร ทองสุตจิ. 2522 : 4 - 10) นอกจากนี้สไลด์เทปนั้น เป็นสื่อการสอนที่สามารถรวมจุดสนใจและสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ (Hass and Packer. 1955 : 47) นักเรียนมีความรู้สึกพอใจ และตั้งใจในการเรียนมาก จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ตรงกับคำกล่าวของชาลตันที่ว่า "การเอาใจใส่หรือการมีใจจดจ่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่งทำให้คนมีสมาธิ การศึกษาวิชาใดก็ตาม ถ้าเป็นการเรียนตรงกับความสนใจและตั้งใจของผู้เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสูงกว่าผู้ที่ไม่มี ความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเรียนน้อยกว่า" (Halton. 1964 : 23 - 24) อีกทั้งความมืดและแสงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และมีความสนใจต่อบทเรียนอยู่ตลอดเวลาเป็นผลทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น (Kellar. 1960 : 310 - 315)

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู

สมมติฐานข้อที่ 3 และข้อที่ 4 หันมาพิจารณาการชั่งการศึกษามีเหตุผล

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา และนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสื่อคู่มือครู มีความสามารถในการชั่งการศึกษามีเหตุผลสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม แสดงว่า การใช้วิธีการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันโดยการตั้งคำถามและตอบคำถาม ได้ค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการ

การศึกษามีเหตุผลสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุงมุธ วงศ์นาค (2524 : 40 - 41) ที่ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนสร้างพัฒนาการทางความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยกลุ่มทดลองมีความสามารถในการอนุรักษ์และการจัดประเภทสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งการอนุรักษ์และการจัดประเภทนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษามีเหตุผลและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วินัย เทียมเมือง (2529 : 85 - 87) ที่ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. มีความสามารถในการศึกษามีเหตุผลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประกอบกับ สุวัจน์ นิยมคำ 2527 : 125) และ โชศรี อามรรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2527 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการยั่วยุให้นักเรียนวางแผน และกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอง โดยผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา และกลุ่มที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู มีความสามารถในการศึกษามีเหตุผลสูงขึ้น เป็นเพราะการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการทำงานได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารประกอบ ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ได้วิเคราะห์เหตุผล ได้นิยามหรือระบุปัญหา อภิปรายถึงสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา และบอกผลที่เกิดจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อดอมจิตต์ เสนมา (2525 : 63 - 64) ที่ว่าการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนพัฒนาการคิด ทำให้เข้าใจบทเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น นอกจากนั้นการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา และการสอนตามแนวหนังสือคู่มือครู เป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างทั่วถึงมากที่สุด การที่นักเรียนได้มีบทบาทต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความร่วมมือ ความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเรียนอย่างมีชีวิตชีวา สอดคล้องกับวัยและความต้องการจึงทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะ

ทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น และการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหา เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างมีระบบขั้นตอน โดยครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ ทำให้นักเรียนมองเห็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ และไปสัมพันธ์กับความสามารถด้านการรู้ (Guilford. 1971 : 104) อีกทั้ง การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหา เป็นการสอนที่มีสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ช่วยเร่งเร้าให้นักเรียนเกิด ความกระหายใคร่รู้ อยากกระทำ ซึ่งสถานการณ์ในสไลด์เทปนี้จะส่งเสริมให้เขาได้คิดได้ทำ และ ร่วมกันตัดสินใจ ประกอบกับการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหา เป็นการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานอยู่เสมอ (The persistency process) จึงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดเพิ่มขึ้น และนักเรียนคุ้นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ช่วยให้มีแนวทางในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น มีการฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The innate process) ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังรู้จักการวิจารณ์ (Critical thinking) จึงทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอธิบายปัญหา มีประสิทธิภาพในการสอนดีกว่าการสอนตามแนวทางสื่อคู่มือครู ดังนั้นผู้เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สมควรที่จะได้ผลิตและนำเอาวิธีการนี้ไปใช้ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ไม่เบื่อหน่าย อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

1.2 ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรสนใจจัดกิจกรรมการอธิบายให้กับนักเรียนเพื่อแสดงออกซึ่งความคิด และครูไม่ควรใช้สถานการณ์ที่นำไปสู่การอธิบายเพียงสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเพียงอย่างเดียวตลอดไป ควรจะใช้สถานการณ์ในการสอนหลาย ๆ

อย่าง ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายและนักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนมากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรจะได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา กับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน

2.2 ควรได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ในเนื้อหาวิชาเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ หรือนำวิธีเดียวกันนี้ ไปทดลองสอนกับระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบว่าวิธีการนี้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับใดมากที่สุด

2.3 ควรจะได้ศึกษากิจกรรมการอภิปราย จากสื่อชนิดอื่น ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ เทป ข้อความ เพื่อจะได้ทราบว่าสื่อชนิดใดนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้ดี ซึ่งจะส่งผลต่อการศึกษามีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด

2.4 ควรจะได้ศึกษารูปแบบการสอน โดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหา ที่มีอิทธิพลต่อการศึกษามีเหตุผลในแต่ละด้านของการศึกษามีเหตุผล เช่น การศึกษามีเหตุผลแบบสัณฐาน การศึกษามีเหตุผลแบบผสม การอ้างเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ เสมมาตรมนต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอบแบบสืบเสาะ
หาความรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามหนังสือ
คู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ประสานมิตร, 2531. อักสำเนา.
- กิ่งฟ้า สันธวรัช และคณาจารย์ภาควิชาการมัธยมศึกษา. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- เกษม บุญส่ง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.1 โดยใช้
สไลด์ประกอบเสียงด้วยเทปอัดโน้ตกับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ. ปรินิพนธ์
- กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.
- ไชศรี อานนท์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้" ข่าวสาร
สสวท. 9 (4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- คำนึง ภูมิปรินิพนธ์. พัฒนาการของการคิดเชิงตรรกของเด็กไทยวัยแรกเริ่มในกรุงเทพมหานคร
วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อักสำเนา.
- จรรยา สุวรรณทัต. การทดลองสอนสังกัดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7 - 8
ขวบ. รายงานการวิจัย ฉบับที่ 20. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519.
- จริยา สระคันต์. การศึกษาเปรียบเทียบผลกาอ่านคำโดยใช้สไลด์กับการสอนตามปกติของ
นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัย
- วิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อักสำเนา.
- จิษฎา สุวรรณวงศ์. พัฒนาการด้านสังเกตการคิดขั้นนามธรรมในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็ก
ไทยในเมืองและในชนบท ในภาคการศึกษา 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อักสำเนา.

- ชัยสงคราม เกรือหงส์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อักসাเนา.
- ณรงค์ พ่วงศรี. การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักসাเนา.
- อนอมจิตต์ เสนมา. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบจัดกิจกรรมอภิปราย ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักসাเนา.
- ดาวร รอดเทศ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักসাเนา.
- หัทธนะกระบวนกรทางวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป. อักসাเนา.
- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," วารสาร สสวท. 4 : 1 - 7 ; 2520.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักসাเนา.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษาวิชาเขตพมิตรพิมุข มหาเมฆ กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักসাเนา.

- นิตยา ฤทธิ์โยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอน ภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- นิพนธ์ ฤทธิรงค์. โสศกทัศน์ศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แพร่พิทยา, 2518.
- ประภา ภูวน. การทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ข้อความจริงในวิชาวิทยาศาสตร์จากการใช้ สไลด์รูปภาพประกอบการสอน. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514. อัครสำเนา.
- ประวิทย์ ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์และแผนใหม่. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาความรู้ และเอกสารวิชาการหน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู, 2524. (เอกสารการนิเทศ การศึกษา ฉบับที่ 233)
- ประหยัด จีระวรพงศ์. หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศิลปบรรณาการ, ม.ป.ป.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัครสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์," ขั้วสาร สสวท. 11 (4) : 2 - 5 ; กรกฎาคม 2526.
- เป็รื่อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัครสำเนา.
- ผดุงยศ คงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.
- พรรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

พรรณิ ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร. ปรินทิพนิพนธ์ ศศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. อักส์เนา.

พิทักษ์ รักพลเดช. ความสำคัญของเหตุการณ์ศาสตร์ต่อการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา, 2520.

พิศาล สร้อยอุทรา. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.

พิระศักดิ์ ไทศลนันทน์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์
กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัด
ราชบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.
อักส์เนา.

พุทธหาสมิกขุ. การศึกษาคืออะไร. กรุงเทพฯ : สำนักหนังสือธรรมยุธาโรงพิมพ์ทานิช, 2517.

ไพโรจน์ เบาใจ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสุขศึกษาในระดับชั้นประถม
ศึกษาตอนปลายโดยใช้สไลด์ประกอบเทปสอนด้วยวิธีต่าง ๆ. ปรินทิพนิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อักส์เนา

พรพิมล สกฤต. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับทักษะปัญญาและรูปแบบการคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ
: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักส์เนา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการ
ศึกษาและจิตวิทยา กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

มังกร ทองสุคิ. โครงสร้างการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว,
2521.

- ยงยุทธ วงศ์นาม. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ที่เกิดจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักসাเนา.
- ยุทิน จิรสุขานนท์. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง "ภาพตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความพึงเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบอภิปราย. วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อักসাเนา.
- ยุทิน พิพิธกุล. "ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอน, "เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมปฏิบัติการครูคณิตศาสตร์ระดับประถม. หน้า 1 - 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. สิ่งตีพิมพ์.
- รุจี โรงประสาทสร. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นคิดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อักসাเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- วรวิทย์ วิสินสรการ. การสำรวจสถานภาพทางโสตทัศนศึกษาในโรงเรียนรัฐบาลส่วนกลางปีการศึกษา 2510. ม.ป.ท. ม.ป.ป.
- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.
- วิชากร, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการที่มีต่อการศึกษามีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักส์เนา.

วิทยา อุดมผล. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทดลองสอนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการนำเข้ามาเรียนด้วยสไลด์เทปกับการอภิปรายและการสาธิต.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
อักส์เนา.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์,
2521.

สมจิต สวณไพฑูรย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526.

สามัญศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญทั่วประเทศ. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์
กรมสามัญศึกษา, 2526.

สาโรช บัวศรี. "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ฌ็อง เพียเจต์ (Jean Piaget), "วารสารการศึกษา.
6(16) : 31 - 35 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2523.

สุรินทร์ ผลกล้วย. การศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการศึกษาค้นคว้าตามตรรกศาสตร์ในชั้น
ปฏิบัติการด้วยนามธรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและ
ชนบท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2524. อักส์เนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

เสริมศรี เสวตอมร และสาลิ้ง งามศรี. "การวิเคราะห์วิธีสอนแบบ INQUIRY," การศึกษา.
ฉบับพิเศษ : 68 - 79 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

หอมหวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินธิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.

อุทัย ชีวรักษ์. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. ปรินธิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.

อำนวย รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

Amarican Association for the Avancement of Science. Science A Process Approach Commentary for Teacher. Washington D.C. : AAAS, 1970.

Cantu, Luis L. and J. Dudley Herron. "Concrete and Formal Piagetian Stages and Scinece Concept Attainment, "Journal of Research in Science Teaching. 15(2) : 135 - 145 ; January, 1983.

Chiappetta, E.L. A Review of Piagetian Studies Relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level. Science Education. 60(2) : 253 - 261, 1979.

Crowder, Gene Arnold. "Visual Slide and Assemble Methods Compared with Conventional Method in Teaching Industrial Art,"Dissertation Abstracts. 29 : 4034 - A ; 1969.

Fan Chung - Teh. Item Analysis Table. Prinction, New Jersey : Education Testing Service, 1952.

Good, Carter Victor. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hall 1971.

Halton, Boyd. "Motivative and General Mathematic Students," Matbematic Teacher. 57 : 20 - 25 ; January, 1964.

Hass, Kenneth B. and Harry R. Packer. Preparation and use of A - V Aids. India : new Delhi, (Private) Ltd, 1964.

- John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grad General Science : Traditional and Sturctured Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 27(4) : 994 - 995 - A ; October, 1966.
- Karplus, Robert. "Science Teaching and the DEvelopment of College of Reasoning," Journal of Research in Science Teaching. 16(4) : 350 - 377, 1979.
- Keilar, Evan R. "A Descriptive Approach to Classroom Motivation," The Journal of Teacher Education. 11 : 310 - 315 ; 1960.
- Killian, R.C. "Cognitive Development of College Freshmen," Journal of Research in Science Teaching. 16 (4) : 350 - 377, 1979.
- Laurie, David Robert Jr. "A Study Comparing the Lecture Method and Totorial (Slide - Tape) Method of Instruction for a Health Class Unit on Physical Fitness," Dissertation Abstracts. 35 : 7708 - A ; 1975.
- Padilla, Michasel J. and James R. Okey and F. Gerald Dillashaw. "The relationship between Science Skill and Formal Thingking Abilities," Journal of Research in Science Teaching. 20(30) : 239 - 246 ; March, 1983.
- Pallrand, G.J. "The Transition to Formal Thought," Journal of Research in Science Teaching. 16(5) : 445 - 451, 1979.
- Piaget, J. and Inhelder, B. The Psychology of the Child. Translated by Halen weaver, New York : Basic Books : Inc, 1969.
- Piburn, Michael. "Spatial Reasoning as a Correlate of Formal Thought and Science Achievement for New Zealand Student," Journal of Research in Science Teaching. 14(5) : 443 - 448, 1980.
- Riley, Josept Phillip. "The Efect of Science Process Training of Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science, Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts. 35 : 5152 - A ; February, 1975.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Reserarch. 4 th ed. New York : John Wiley and Son, 1962.
- Steve, Sayre. and Daniel W. Ball. "Piagetian Cognitive Development Achievement in Science," Journal of Research in Science Teaching. 12 (40) : 165 - 174, 1975.
- Sund, Robert B. and Leslie Trowbidge. Student Centred Teaching in Secondary School. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1975.

- Sund, Robert B. Piaget for Education A Multimedia Program. Ohio
Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company,
1976k.
- Usaha, Sutep. Analysis of Knowledge Levels of Questions Apperaring at
the and of Each Chapter of Science Textbooks used in Thai Lower
Secondary Schools," Dissertation Abstracts International. 49(70)
: 2305 - A ; January, 1983.
- Viravaidhaya, Yupa. "An Analysis of the Relationship Between the
Piagetion Cognitive Level of Eleventh Grede Thai Students Who
are Science - Majors and Their Achievement in Biology, Physics
Chemistry, and Mathematics," Dissertation Abstracts
International. 41 (10) : 4351 - A, 1980.

පාඨකයාගේ

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์

- **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล**
 - **คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนการศึกษามีเหตุผล**

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

ข้อที่	P	r	Δ	ข้อที่	P	r	Δ
1	.54	.64	12.5	16	.44	.62	13.6
2	.41	.58	13.9	17	.35	.32	14.6
3	.42	.44	13.8	18	.32	.25	14.9
4	.63	.52	11.7	19	.68	.28	11.2
5	.60	.34	12.0	20	.43	.29	13.7
6	.70	.24	10.9	21	.63	.52	11.7
7	.63	.52	11.7	22	.30	.41	15.0
8	.74	.69	10.4	23	.46	.35	13.4
9	.79	.21	9.8	24	.43	.25	13.7
10	.37	.52	14.3	25	.72	.35	10.6
11	.59	.58	12.1	26	.72	.35	10.6
12	.79	.21	9.8	27	.29	.20	15.2
13	.76	.29	10.2	28	.30	.41	15.0
14	.41	.58	13.9	29	.59	.58	12.1
15	.76	.29	10.2	30	.72	.35	10.6

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
31	.79	.21	9.8	41	.34	.47	14.6
32	.63	.52	11.7	42	.50	.70	13.0
33	.44	.62	13.6	43	.32	.25	14.9
34	.43	.29	13.7	44	.43	.29	13.7
35	.57	.25	12.3	45	.28	.35	15.4
36	.59	.58	12.1	46	.70	.41	11.0
37	.63	.28	11.6	47	.59	.58	12.1
38	.72	.35	10.6	48	.76	.29	10.2
39	.74	.69	10.4	49	.59	.58	12.1
40	.30	.41	15.0	50	.63	.52	11.7

ตาราง 8 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เรื่อง การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.56	.44	.25	16	.40	.60	.24
2	.46	.54	.25	17	.28	.72	.20
3	.40	.60	.24	18	.46	.54	.25
4	.66	.34	.22	19	.68	.32	.22
5	.58	.42	.24	20	.48	.52	.25
6	.74	.26	.19	21	.50	.50	.25
7	.60	.40	.24	22	.28	.72	.20
8	.88	.12	.15	23	.52	.48	.25
9	.76	.24	.18	24	.44	.56	.25
10	.38	.62	.24	25	.82	.18	.15
11	.42	.58	.24	26	.56	.44	.25
12	.76	.24	.18	27	.26	.74	.19
13	.70	.30	.21	28	.22	.78	.17
14	.28	.72	.20	29	.50	.50	.25
15	.76	.24	.18	30	.68	.32	.22

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
31	.80	.20	.16	41	.32	.68	.22
32	.60	.40	.24	42	.36	.64	.23
33	.30	.70	.21	43	.28	.72	.20
34	.34	.66	.22	44	.52	.48	.25
35	.48	.52	.25	45	.30	.70	.21
36	.52	.48	.25	46	.60	.40	.24
37	.52	.48	.25	47	.58	.42	.24
38	.76	.24	.18	48	.66	.34	.22
39	.70	.30	.21	49	.58	.42	.24
40	.38	.62	.24	50	.62	.38	.24

ตาราง 9 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	16	256	16	18	324
2	33	1089	17	21	441
3	25	625	18	23	529
4	19	361	19	20	400
5	18	324	20	21	441
6	24	576	21	20	400
7	26	676	22	31	961
8	28	784	23	26	676
9	28	784	24	22	484
10	23	529	25	18	324
11	18	324	26	27	729
12	21	441	27	19	361
13	21	441	28	22	484
14	23	529	29	26	676
15	23	529	30	24	576

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
31	19	361	41	35	1225
32	16	256	42	31	961
33	19	361	43	30	900
34	21	441	44	34	1156
35	20	400	45	30	900
36	42	1764	46	36	1296
37	36	1296	47	41	1681
38	37	1369	48	31	961
39	36	1296	49	43	1849
40	38	1444	50	35	1225
			Σ	1314	37216

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$\sum x = 1314$$

$$\sum x^2 = 37216$$

$$N = 50$$

$$s_t^2 = \frac{(50 \times 37216) - (1314)^2}{50^2}$$

$$= 53.68$$

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{11.09}{53.68} \right]$$

$$= 0.8096$$

$$= 0.81$$

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการคิดอย่าง
มีเหตุผล

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.59	.58	12.1	16	.34	.47	14.6
2	.34	.47	14.6	17	.34	.47	14.6
3	.41	.58	13.9	18	.50	.70	13.0
4	.50	.70	13.0	19	.28	.35	15.4
5	.50	.70	13.0	20	.50	.70	13.0
6	.50	.42	13.0	21	.50	.70	13.0
7	.50	.42	13.0				
8	.50	.70	13.0				
9	.59	.58	12.1				
10	.28	.35	15.4				
11	.34	.37	14.6				
12	.50	.70	13.0				
13	.50	.70	13.0				
14	.34	.47	14.6				
15	.43	.29	13.7				

ตาราง 11 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.54	.46	.25	16	.42	.58	.24
2	.20	.80	.16	17	.20	.80	.16
3	.24	.76	.18	18	.38	.62	.24
4	.36	.64	.23	19	.32	.68	.21
5	.20	.80	.16	20	.46	.54	.25
6	.46	.54	.25	21	.62	.38	.24
7	.44	.56	.25				
8	.56	.44	.25				
9	.72	.28	.20				
10	.22	.78	.17				
11	.38	.62	.24				
12	.58	.42	.24				
13	.30	.70	.21				
14	.26	.74	.19				
15	.30	.70	.21				

ตาราง 12 คะแนนจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	5	25	16	14	196
2	6	36	17	9	81
3	8	64	18	8	64
4	6	36	19	7	49
5	8	64	20	8	64
6	5	25	21	8	64
7	9	81	22	11	121
8	10	100	23	14	196
9	4	16	24	4	16
10	6	36	25	13	169
11	11	121	26	10	100
12	8	64	27	13	169
13	14	196	28	4	16
14	14	196	29	4	36
15	18	324	30	8	64

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
31	10	100	41	5	25
32	15	225	42	4	16
33	3	9	43	6	36
34	17	289	44	6	36
35	7	49	45	7	49
36	9	81	46	4	16
37	5	25	47	2	4
38	8	64	48	3	9
39	10	100	49	4	16
40	4	16	50	11	121
			Σ	409	4075

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการถ้อยอย่างมีเหตุผล

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$\sum x = 409$$

$$\sum x^2 = 4075$$

$$N = 50$$

$$s_t^2 = \frac{(50 \times 4075) - (409)^2}{50^2}$$

$$= 14.5876$$

$$r_{tt} = \frac{21}{21-1} \left[1 - \frac{4.53}{14.5876} \right]$$

$$= 0.7239$$

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง
การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	30	900	21	33	1089	1	32	1024	21	26	676
2	35	1225	22	34	1156	2	40	1600	22	36	1296
3	38	1444	23	29	841	3	31	961	23	35	1225
4	35	1225	24	38	1444	4	34	1156	24	34	1156
5	35	1225	25	32	1024	5	39	1521	25	25	625
6	34	1156	26	33	1089	6	31	961	26	25	625
7	32	1024	27	33	1089	7	35	1225	27	24	576
8	30	900	28	28	784	8	40	1600	28	27	729
9	41	1681	29	32	1024	9	38	1444	29	34	1156
10	40	1600	30	38	1444	10	37	1369	30	29	841
11	39	1521	31	39	1521	11	40	1600	31	40	1600
12	39	1521	32	36	1296	12	30	900	32	34	1156
13	36	1296	33	36	1296	13	40	1600	33	37	1369
14	34	1156	34	37	1369	14	27	729	34	42	1764
15	37	1369	35	36	1296	15	35	1089	35	28	784

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
16	32	1024	36	29	841	16	32	1024	36	28	784
17	36	1296	37	28	784	17	34	1156	37	24	576
18	34	1156	38	32	1024	18	32	1024	38	28	784
19	36	1296	39	28	784	19	30	900	39	31	961
20	30	900	40	34	1156	20	22	484	40	25	625
			Σ	1368	47226				Σ	1316	42675

ตาราง 14 การหาค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

คนที่	x_1	x_2	D	คนที่	x_1	x_2	D
1	18	30	+12	1	27	32	+ 5
2	29	35	+ 6	2	35	40	+ 5
3	31	38	+ 7	3	25	31	+ 6
4	18	35	+17	4	23	34	+11
5	25	35	+10	5	31	39	+ 8
6	23	34	+11	6	27	31	+ 4
7	20	32	+12	7	24	35	+11
8	21	30	+ 9	8	37	40	+ 3
9	34	41	+ 7	9	32	38	+ 6
10	36	40	+ 4	10	38	37	- 1
11	28	39	+11	11	31	40	+ 9
12	36	39	+ 3	12	26	30	+ 4
13	24	36	+12	13	31	40	+ 9
14	20	34	+14	14	19	27	+ 8
15	27	37	+10	15	23	33	+10
16	24	32	+ 8	16	30	32	+ 2

ตาราง 14 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	x_1	x_2	D	คนที่	x_1	x_2	D
17	18	36	+18	17	27	34	+ 7
18	22	34	+12	18	25	32	+ 7
19	23	36	+13	19	24	30	+ 6
20	23	30	+ 7	20	18	22	+ 4
21	21	33	+12	21	20	26	+ 6
23	23	29	+ 6	23	34	35	+ 1
24	24	38	+14	24	26	34	+ 8
25	28	32	+ 4	25	19	25	+ 6
26	22	33	+11	26	18	25	+ 7
27	26	33	+ 7	27	20	24	+ 4
28	24	28	+ 4	28	23	27	+ 4
29	23	32	+ 9	29	29	34	+ 5
30	25	38	+13	30	24	29	+ 5
31	20	39	+19	31	33	40	+ 7
32	26	36	+10	32	34	34	0
33	21	36	+15	33	30	37	+ 7
34	26	37	+11	34	33	42	+ 9
35	27	36	+ 9	35	20	28	+ 8
36	14	29	+15	36	25	28	+ 3

ตาราง 14 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

คนที่	x_1	x_2	D	คนที่	x_1	x_2	D
37	18	28	+10	37	24	24	0
38	20	32	+12	38	24	28	+ 4
39	19	28	+ 9	39	28	31	+ 3
40	18	34	+16	40	23	25	+ 2
Σ	942	1368	426	Σ	1046	1316	230

ตาราง 15 คะแนนจากแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
1	11	121	21	8	64	1	12	144	21	10	100
2	14	196	22	7	49	2	15	225	22	6	36
3	5	25	23	4	16	3	11	121	23	8	64
4	7	49	24	10	100	4	10	100	24	6	36
5	5	25	25	8	64	5	18	324	25	6	36
6	10	100	26	8	64	6	8	64	26	7	49
7	11	121	27	15	225	7	19	361	27	8	64
8	9	81	28	6	36	8	9	81	28	9	81
9	13	169	29	14	196	9	15	225	29	10	100
10	5	25	30	3	9	10	13	169	30	10	100
11	13	169	31	12	144	11	9	81	31	11	121
12	11	121	32	6	36	12	7	49	32	10	100
13	4	16	33	17	289	13	9	81	33	9	81
14	3	9	34	11	121	14	9	81	34	5	25
15	9	81	35	8	64	15	9	81	35	14	196
16	3	9	36	7	49	16	7	49	36	5	25
17	6	36	37	7	49	17	10	100	37	5	25
18	7	49	38	9	81	18	8	64	38	4	16

ตาราง 15 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
19	14	196	39	9	81	19	7	49	39	4	16
20	4	16	40	6	36	20	6	36	40	4	16
Σ			363	3387		Σ			362	3772	

ตาราง 16 การหาค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่จากคะแนนการคิดอย่างมีเหตุผล ของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	x_1	x_2	D	D^2	คนที่	x_1	x_2	D	D^2
1	6	11	+ 5	25	21	6	8	+ 2	4
2	8	14	+ 6	36	22	4	7	+ 3	9
3	5	5	0	0	23	4	4	0	0
4	8	7	- 1	1	24	8	10	+ 2	4
5	6	5	- 1	1	25	7	8	+ 1	1
6	6	10	+ 4	16	26	6	8	+ 2	4
7	4	11	+ 7	49	27	15	15	0	0
8	9	9	0	0	28	4	6	+ 2	4
9	10	13	+ 3	9	29	10	14	+ 4	16
10	8	5	- 3	9	30	8	3	- 5	25
11	10	13	+ 3	9	31	10	12	+ 2	4
12	8	11	+ 3	9	32	7	6	- 1	1
13	2	4	+ 2	4	33	11	17	+ 6	36
14	3	3	0	0	34	6	11	+ 5	25
15	4	9	+ 5	25	35	9	8	- 1	1
16	7	3	- 4	16	36	7	7	0	0
17	4	6	+ 2	4	37	5	7	+ 2	4
18	5	7	+ 2	4	38	6	9	+ 3	9
19	5	14	+ 9	81	39	7	9	+ 2	4

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	x_1	x_2	D	D^2	คนที่	x_1	x_2	D	D^2
20	6	4	- 2	4	40	4	6	+ 2	4
Σ						268	363	95	457

ตาราง 17 การหาค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่จากคะแนนการศึกษามีเหตุผล ของ
นักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	x_1	x_2	D	D^2	คนที่	x_1	x_2	D	D^2
1	5	12	+ 7	49	21	10	10	0	0
2	16	15	- 1	1	22	4	6	+ 2	4
3	12	11	- 1	1	23	6	8	+ 2	4
4	7	10	+ 3	9	24	7	6	- 1	1
5	14	18	+ 4	16	25	4	6	+ 2	4
6	8	8	0	0	26	7	7	0	0
7	13	19	+ 6	36	27	10	8	- 2	4
8	6	9	+ 3	9	28	5	9	+ 4	16
9	17	15	- 2	4	29	6	10	+ 4	16
10	15	13	- 2	4	30	4	10	+ 6	36
11	9	9	0	0	31	12	11	- 1	1
12	8	7	- 1	1	32	11	10	- 1	1
13	6	9	+ 3	9	33	11	9	- 2	4
14	4	9	+ 5	25	34	8	5	- 3	9
15	5	9	+ 4	16	35	14	14	0	0
16	8	7	- 1	1	36	8	5	- 3	9
17	7	10	+ 3	9	37	8	5	- 3	9
18	4	8	+ 4	16	38	3	4	+ 1	1
19	9	6	- 3	9	39	3	4	+ 1	1

ตาราง 17 (ต่อ)

กนท	x_1	x_2	D	D^2	กนท	x_1	x_2	D	D^2
20	6	7	+ 1	1	40	9	4	- 5	25
					Σ	329	362	33	361

ภาคผนวก ข
แผนการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
การสอนโดยใช้สไลด์เทพประกอบการอภิปรายปัญหา

แผนการสอนครั้งที่ 1

เรื่อง การเจริญเติบโตของกบและการเจริญเติบโตของงู

ความถึควรวมยอค

1. การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการขยายขนาดของเซลล์และการเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งวัดได้จากการเพิ่มขนาด ส่วนสูง และน้ำหนัก
2. อัตราการเจริญเติบโตของหญิงและชายต่างกันเล็กน้อย และในช่วงที่มีการเจริญเติบโตสัคส่วนของร่างกายก็มีการเปลี่ยนแปลงด้วย
3. เมื่อร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จำนวนเซลล์จะคงที่แต่อวัยวะบางส่วนยังมีการแบ่งเซลล์เป็นการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ถ้าร่างกายมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ขึ้นในระยณะนี้แสดงว่าเป็นการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ
4. การเจริญเติบโตของแมลงและกบมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหลายขั้นตอน จนกว่าจะเป็นตัวเต็มวัย การเจริญเติบโตของกบต่างจากสัตว์บางชนิดตรงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นขั้น ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตได้ถูกต้อง
2. บอกเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับอายุ และส่วนสูงกับอายุของเด็กหญิงและเด็กชายได้
4. สรุปได้ว่า ระหว่างที่มีการเจริญเติบโตสัคส่วนของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย
5. อธิบายความหมายของวงชีวิต ตัวเต็มวัย วัยเจริญพันธุ์ และเมตามอร์ฟอซิส

6. บอกได้ว่า ในขณะที่มีการเจริญเติบโตของเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะเป็นขั้น ๆ จากไข่เป็นลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยตามลำดับ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายการก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเจริญเติบโตของพืช และสัตว์ดังนี้
 - กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง
 - ปัจจัยในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต
 - เกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของคน
 - การเจริญเติบโตของหญิงและชายในแต่ละช่วงอายุแตกต่างกันอย่างไร
 - เมื่อร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว อวัยวะบางส่วนของร่างกาย

เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร

2. นักเรียนดูสไลด์

3. ครูแจกเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารเพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง ตามวิธีการทดลองที่ออกแบบไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปลงบนกระดานคำ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน
4. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนการสอน

- สไลด์เพป

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากนักเรียนตอบคำถาม

สไลด์แบบ แผนการสอนครั้งที่ 1

เรื่อง การเจริญเติบโตของกนและการเจริญเติบโตของมุง

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	เด็กแรกเกิด	มนุษย์เราในช่วงแรกเกิดลำตัวมีขนาดเล็ก และมีอวัยวะต่าง ๆ ครบถ้วน
2	เด็กชายและเด็กหญิง	ในวัยเด็กร่างกายจะเจริญเติบโต อวัยวะต่าง ๆ ขยายขนาดออกไปทำให้เด็กสูง และโตขึ้น
3	วัยรุ่นชายและหญิง	ในวัยรุ่นลำตัว แขน ขา จะยาวมากขึ้น
4	วัยผู้ใหญ่ชายและหญิง	ในวัยผู้ใหญ่ร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่ และส่วนสูงจะคงที่
5	ไข่มุ	เมื่อผีเสื้อไข่มุออกไข่ ไข่มีลักษณะเป็นสีขาว ตัวเมียตัวหนึ่ง ๆ จะออกไข่ประมาณ 400 - 600 ฟอง หลังจากนั้นประมาณ 10 วัน

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
6	ตัวไหม	ไข่จะฝักเป็นตัวหนอน หรือเรียกว่าตัวไหม ซึ่งตัวไหมจะกินใบหม่อนเป็นอาหาร เมื่อตัวไหมมีขนาดใหญ่มากที่สุด
7	ดักแด้ไหม	ตัวไหมจะเริ่มชักใยพันรอบตัวเอง เรียกว่าดักแด้
8	ตัวผีเสื้อไหม	หลังจากนั้นประมาณ 10 วัน ผีเสื้อไหมที่อยู่ภายในดักแด้จะกัดรังไหมออกมา
9	ไข่มก	นกจะวางไข่ไว้บนผิวน้ำในฤดูผสมพันธุ์
10	ลูกอ๊อด	จากนั้นไข่มกจะฟักออกมาเป็นตัวลูกอ๊อด ซึ่งอาศัยอยู่ในน้ำ
11	ลูกกบ	ลูกกบที่อาศัยอยู่บนบก และเจริญเติบโตเป็นตัวกบต่อไป
12	ตัวกบที่เจริญเต็มที่	ตัวกบพร้อมที่จะผสมพันธุ์

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 1

เรื่อง การเจริญเติบโตของถนนและการเจริญเติบโตของชุมชน

1. จากสไลด์เทป นักเรียนคิดว่าเป็นขบวนการใด.....
.....
2. การเจริญเติบโตของถนน มีสื่อใหม่ และถนน เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร.....
.....
.....
3. นักเรียนคิดว่า ชุมชนมีการเจริญเติบโตอย่างไร.....
.....
4. จากข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของชุมชนได้อย่างไร.....
.....
.....
5. จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้
 - แวนชยาย
 - น้ำ
 - ไข่แดง
 - กล้องพลาสติก

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

.....

.....

.....

8.5 ลัทธิชนิกโศกบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 2 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

ความถึกรวบรวมยอก

1. กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ การแบ่งเซลล์กับการเพิ่มขนาดของเซลล์
2. ภายในเมล็ดพืชประกอบด้วยคั้นอ่อนและเอนโดสเปิร์ม และคั้นอ่อนยังประกอบด้วยใบเลี้ยง ยอกคั้น และรากคั้น
3. รากและลำคั้นเจริญมาจากคั้นอ่อนซึ่งอยู่ระหว่างใบเลี้ยง รากเป็นส่วนแรกหึ่งออกหึ้นเมล็ดออกมาก่อน และยอกเป็นส่วนหึ่งออกต่อมา
4. ในระหว่างหึ้มีการเจริญเติบโต ส่วนสูงจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในระยะแรก และระยะต่อมาส่วนสูงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และในระยะต่อไปส่วนสูงจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งคั้นในที่สุด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของพืชได้
2. บอกส่วนประกอบภายในเมล็ดของคั้นถั่วได้
3. สรุปการเปลี่ยนแปลงของราก ลำคั้น และใบของคั้นถั่วในระหว่างหึ้มีการเจริญเติบโตได้
4. เขียนกราฟแสดงการเจริญเติบโตของคั้นถั่วหลังการทดลอง และแปลความหมายได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคู่สไลค์
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

เพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้น

ถูกต้องหรือไม่

3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน
5. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนรู้การสอน

- สไลด์ภาพ

การประเมินผลการเรียนรู้การสอน

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

สไลด์เพา แผนการสอนครั้งที่ 2

เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	เมล็ดถั่ว	สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ย่อมมีการเจริญเติบโตด้วยกันทั้งสิ้น การเจริญเติบโตของพืช เช่น ถั่ว
2	เมล็ดถั่วผ่าซีก	เปลือกของเมล็ดถั่วจะมีสีน้ำตาล เมื่อผ่าดูภายในของเมล็ดถั่วจะเห็นคั่นอ่อนมีสีเขียว
3	รากอ่อนกำลังงอกออกจากเมล็ด	เมื่อนำเมล็ดถั่วไปเพาะ ส่วนที่งอกออกมาครั้งแรกจะเป็นรากซึ่งมีสีเขียว
4	คั่นอ่อนที่มองเห็นรากอ่อนและยอดอ่อนพร้อมทั้งใบเลี้ยง	2 - 3 วันต่อมา รากจะยาวขึ้นและมองเห็นใบเลี้ยง
5	คั่นอ่อนที่มองเห็นใบเลี้ยงและใบแท้	เมื่อคั่นอ่อนเจริญเติบโตไปเรื่อย ๆ ก็จะมองเห็นใบแท้มีสีเขียว

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
6	ทันอ่อนที่ใบเลี้ยงเริ่มฝ่อ และมีใบแท้มากขึ้น	นานวันเข้า ใบเลี้ยงจะเริ่มเหี่ยวลง และมี ใบแท้มากขึ้น
7	ทันอ่อนที่มีแค่ใบแท้สูง 50 เซนติเมตร	ยิ่งหลายวัน หลายสัปดาห์ต่อมา ต้นตัวจะมีแค่ ใบแท้ และเริ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ
8	ต้นตัวที่มีดอกและผล	จนกระทั่งในที่สุด ต้นตัวเจริญเติบโตเต็มที่และจะ มีดอกออกผล

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 2

เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

1. จากสไลด์ภาพ ภายในเมล็ดถั่วประกอบด้วยอะไรบ้าง.....
.....
2. เกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของพืชมีอะไรบ้าง.....
.....
3. นักเรียนคิดว่า ในขณะที่เมล็ดถั่วกำลังออกนั้นจะมีลักษณะอย่างไร.....
.....
.....
4. จากข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้อย่างไร.....
.....
.....
5. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- เมล็ดถั่วดำ	- ตะขิง
- ถ้วยพลาสติก	- สำลี
- กระดาษชำระ	- กระดาษวาดเขียน
- กระดาษดิน	- กระดาษกราฟ

 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

6. จากการตรวจสอบสมมติฐานนี้ นักเรียนจะกำหนดอะไรเป็นตัวแปรต้น.....

 อะไรเป็นตัวแปรตาม.....
 อะไรเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม.....
7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางต่อไปนี้

วันที่	จำนวนใบเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (ก)

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร.....

9. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 9.1 ต้นดั่วที่เพาะในกล่องมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดอย่างไร.....
.....
- 9.2 ส่วนใดของต้นดั่วที่งอกพ้นเมล็ดออกมาก่อน.....
- 9.3 รากที่งอกออกมาในตอนแรกมีลักษณะอย่างไร.....
.....
- 9.4 ต้นดั่วและเมล็ดดั่วมีน้ำหนักต่างกันหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น.....
.....
.....
- 9.5 ต้นดั่วและรากดั่วที่ปลูกในกระถางมีขนาดแตกต่างจากที่ปลูกในกล่องพลาสติกหรือไม่
นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด.....
.....
.....
- 9.6 เมื่อวัดความสูงของต้นดั่วไปเรื่อย ๆ กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร.....
.....
- 9.7 ถ้านักเรียนบันทึกส่วนสูงของดั่วไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งต้นดั่วออกดอกมีผล แล้วนำมาเขียน
กราฟ นักเรียนคิดว่าเส้นกราฟที่ต่อออกไปจะมีลักษณะอย่างไร.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 3 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง บริเวณที่รากยึดตัวและการเปลี่ยนขนาดของเซลล์

ความคิดรวบยอด

1. รากมีการยึดตัวที่บริเวณปลายรากเท่านั้น และการยึดตัวเป็นการเจริญเติบโต
2. บริเวณปลายรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญและบริเวณที่มีการยึดตัว รากมีการแบ่งเซลล์ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ และมีการยึดตัวของเซลล์ในบริเวณที่มีการยึดตัว
3. เซลล์ของเนื้อผลไม้ประเภทล้ม และสาหร่ายไฟมีการเจริญเติบโตแบบขยายขนาดของเซลล์เพียงอย่างเดียว
4. กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมจะมีลักษณะคล้ายรูปตัวเอส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปได้ว่ารากมีการยึดตัวที่บริเวณปลายราก
2. ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงว่า ส่วนใดของลำต้นที่มีการยึดตัว
3. อธิบายได้ว่า เซลล์ของเนื้อผลไม้ประเภทล้ม และสาหร่ายไฟมีการเจริญเติบโตแบบขยายขนาดของเซลล์เพียงอย่างเดียว
4. อธิบายกราฟแสดงการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคู่สไลด์
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหาเพื่อ

นำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้น

ถูกต้องหรือไม่

3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน
5. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนการสอน

- สไลด์

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากขณะนักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

สไลด์แบบ แผนการสอนครั้งที่ 3

ตอนที่ 1 เรื่อง บริเวณที่ร่ายยัคตัว

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	คันอ่อนของตัวที่มีร่ายยาว 1 เซนติเมตร	การเจริญเติบโตของคันตัว เมื่อนำเม็ลคันตัวไปเพาะ ส่วนที่งอกออกมาก่อนจะเป็นรากซึ่งมีสีขาว
2	คันอ่อนของตัวที่มีร่ายยาว 4 เซนติเมตร	และรากจะเจริญเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ
3	คันอ่อนของตัวที่มีร่ายยาว 10 เซนติเมตร	ยิ่งนานวันเข้า รากของตัวก็จะยิ่งยาวมากขึ้น
4	คันตัวที่เห็นยอดยาว 5 เซนติเมตร	นอกจากนั้นยอดของคันตัวก็จะเจริญเติบโตขึ้นเช่นกัน
5	คันตัวที่เห็นยอดยาว 10 เซนติเมตร	(ภาพที่ 5 และที่ 6) และยิ่งนานวันเท่าใด ยอดของคันตัวก็จะยาวขึ้นเท่านั้น
6	คันตัวที่เห็นยอดยาว 20 เซนติเมตร	

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 3

ตอนที่ 1 เรื่อง บริเวณที่รกรากยี่ด้าว

1. จากสไลด์รกรากและยอดของต้นด้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่.....
 อย่างไร.....

2. ด้ารกรากและยอดของต้นด้าเปลี่ยนแปลงไป แสดงว่ามีขบวนการใดเกิดขึ้น.....

3. นักเรียนคิดว่า บริเวณใดของรกรากที่ยี่ด้าวออกไป.....

4. จากข้อ 3. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้อย่างไร.....

5. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- เมล็ดด้าดำ	- กระดาษชำระ
- ผาปกกล่องพลาสติก	- กระดาษแข็ง
- พู่กันเบอร์ 1	- หมึกดำ
- ไม้บรรทัด	- น้ำ

 ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

6. จากการตรวจสอบสมมติฐานนี้ นักเรียนจะกำหนดอะไรเป็นตัวแปรต้น.....

.....

อะไรเป็นตัวแปรตาม.....

และอะไรเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม.....

7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองในตารางต่อไปนี้

ช่วงที่	ความยาวเฉลี่ย (ชม.)		ความยาวเฉลี่ยที่เปลี่ยนไป (ชม.)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
1			
2			
3			
4			

8. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร.....

.....

.....

9. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

9.1 รากถั่วมีการยืดตัวทุกช่วงหรือไม่.....

9.2 ช่วงใดรากถั่วมีการยืดตัวมากที่สุด.....

.....

9.3 ถ้าต้องการศึกษาว่า ส่วนใดของลำต้นที่มีการยืดตัว นักเรียนจะออกแบบการทดลองได้
ว่าอย่างไร.....

.....

สไลด์เพา แผนการสอนครั้งที่ 3

ตอนที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดของเซลล์

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	ถุงเล็ก ๆ ในมะนาวอ่อน	กระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การเพิ่มจำนวนเซลล์กับการขยายขนาดของเซลล์ แต่ในอวัยวะบางอย่างของพืช เช่น ถุงเล็ก ๆ ในผลมะนาวอ่อนจะมีขนาดเล็ก
2	ถุงเล็ก ๆ ในผลมะนาวแก่	แต่เมื่อผลมะนาวโตขึ้นจนแก่เต็มที่ ถุงเล็ก ๆ ในมะนาวแก่ก็จะโตขึ้นด้วย ซึ่งจำนวนถุงเล็ก ๆ จะมีปริมาณเท่ากับผลเล็ก
3	ถุงเล็ก ๆ ในผลส้มโออ่อน	ในผลส้มโอก็เช่นเดียวกัน ถุงเล็ก ๆ ในผลอ่อนก็จะมีขนาดเล็ก
4	ถุงเล็ก ๆ ในผลส้มโอแก่	เมื่อผลส้มโอโตขึ้น ถุงเล็ก ๆ ในผลส้มโอก็จะโตขึ้นด้วย

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 3

ตอนที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนขนาดของเซลล์

1. จากสไลด์ ดុងเล็ก ๆ ในผลมะนาวและส้มโอเจริญเติบโตขึ้นหรือไม่.....
 อย่าไร.....

2. การเจริญเติบโตของดុងเล็ก ๆ ในผลมะนาวและส้มโอมีขบวนการเจริญเติบโตแบบใด.....

3. พืชชนิดใดบ้างที่มีการเจริญเติบโตเหมือนดុងเล็ก ๆ ในผลมะนาว.....

4. นักเรียนคิดว่า การเจริญเติบโตของสาหร่ายไฟ มีขบวนการเจริญเติบโตแบบใด.....

6. ถ้าต้องการตรวจสอบสมมติฐานนี้ จะกำหนดอะไรเป็นตัวแปรต้น.....

- อะไรเป็นตัวแปรตาม.....
 และอะไรเป็นสิ่งที่ต้องควบคุม.....
7. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- สาหร่ายไฟ	- อ่างเลี้ยงปลา
- กินทราย	- น้ำ
- ค่ายสี่	- ไม้บรรทัด

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

.....

.....

.....

8. เมื่อนักเรียนทำการทดลอง ให้นำบันทึกผลลงในตารางต่อไปนี้

สาขาวิชา ไฟสายที่	ความยาวของปล้อง ซม.				ความยาวที่เพิ่มขึ้น ซม.		การเปลี่ยนแปลงส่วน
	ปล้องที่ 1		ปล้องที่ 2		ปล้องที่ 1	ปล้องที่ 2	
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่1	ครั้งที่2			
1							
2							

9. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร.....

.....

.....

10. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

10.1 ความยาวของทุกปล้องเพิ่มขึ้นหรือไม่.....

เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น.....

.....

.....

10.2 การเจริญเติบโตของสาขาไฟเป็นแบบใด.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 4 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืช

ความกตริวบยอก

1. ดอกไม้เป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืช ซึ่งประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย
2. ดอกไม้บางชนิดมีเกสรตัวผู้และมีเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน บางชนิดมีแต่เกสรตัวผู้หรือเกสรตัวเมียแต่เพียงอย่างเดียว และดอกบางชนิดมีชั้นของกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียครบ แต่บางชนิดมีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ชั้น
3. เกสรตัวผู้ประกอบด้วย ก้านชูอับละอองเรณู อับละอองเรณู ซึ่งภายในมีละอองเรณู เกสรตัวเมียประกอบด้วย ยอดเกสรตัวเมีย ก้านเกสรตัวเมีย รังไข่และฐานรองดอก ภายในรังไข่มีโอวุล
4. ละอองเรณูของดอกไม้สามารถงอกในสารละลายน้ำตาลได้ และบางชนิดยังสามารถงอกหลอดในน้ำได้ด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ชี้บอกส่วนที่เป็นกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียของดอกไม้ พร้อมทั้งบอกหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ได้
2. บอกความหมายของดอกสมบูรณ์เพศ ดอกไม่สมบูรณ์เพศ ดอกสมบูรณ์ ดอกไม่สมบูรณ์ และสามารถจำแนกประเภทของดอกเหล่านี้โดยใช้เกณฑ์จากส่วนประกอบที่สำคัญของดอก
3. บอกลักษณะการงอกของละอองเรณูจากกล้องจุลทรรศน์ และสรุปได้ว่าละอองเรณูงอกในสารละลายน้ำตาล และน้ำได้

4. อธิบายวิธีการเกิดปฏิสนธิและการเกิดตัวอ่อนได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคู่สไลด์
2. แจกเอกสารการอภิปรายปัญหา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามรายละเอียดของเอกสารเพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง ตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน
5. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนรู้การสอน

- สไลด์เทป

การประเมินผลการเรียนรู้การสอน

1. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากนักเรียนตอบคำถาม

สไลด์เทป แผนการสอนครั้งที่ 4

ตอนที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบที่สำคัญของดอก

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	ดอกขนาเห็นเต็มดอก	ดอกไม้เป็นอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืช ดอกไม้แต่ละชนิดจะมีลักษณะและสีแตกต่างกันออกไป
2	เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของดอกขนา	ดอกไม้บางชนิดมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เช่น ดอกขนา
3	ดอกมะละกอตัวผู้	ดอกไม้บางชนิดมีเฉพาะเกสรตัวผู้ เช่น ดอกมะละกอ ดอกฟักทอง
4	ดอกมะละกอตัวเมีย	หรือดอกบางชนิด มีแต่เกสรตัวเมียเพียงอย่างเดียว เช่น ดอกมะละกอ ดอกฟักทอง
5	ดอกมะเขือ	ดอกไม้บางชนิดมีทั้งกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน เช่น ดอกมะเขือ ดอกต้อยติ่ง

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
6	ดอกคำลิง	ดอกบางชนิดมีกลิ่นดอก เกสรตัวผู้ หรือเกสรตัวเมีย เช่น ดอกคำลิง
7	ดอกกุหลาบ	ดอกไม้บางชนิด กลิ่นดอกมีสีสวยงาม และมีกลิ่นหอม เช่น ดอกกุหลาบ
8	ดอกมะลิ	ดอกมะลิ

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 4

ตอนที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบที่สำคัญของดอก

1. จากสไลด์ ดอกไม้ที่นักเรียนเห็นที่มีส่วนประกอบเหมือนกันมีดอกใดบ้าง.....
.....
.....
3. ส่วนประกอบของดอกขาที่มองเห็นมีอะไรบ้าง.....
.....
4. นักเรียนคิดว่า ส่วนประกอบที่สำคัญของดอกไม้มีอะไรบ้าง.....
.....
5. ถ้าต้องการศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของดอกไม้ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร.....
.....
.....
6. จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

- ดอกขา - ดอกมะเขือ - ดอกมะลิ - แท่งสำหรับคน - ใบมีดโกน	- ดอกมะละกอตัวผู้และตัวเมีย - ดอกกุหลาบ - ดอกตำลึง - แผ่นแก้วขนาด 5 ซม. x 5 ซม. - แวนชยาย
---	---

จงออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

.....

7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วให้บันทึกผลการทดลองที่ได้.....

.....

8. จากผลการทดลองนี้นักเรียนจะสรุปอย่างไร

.....

9. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

9.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของกอกไม้มีอะไรบ้าง.....

.....
 และแต่ละอย่างทำหน้าที่อย่างไร.....

.....

9.2 เกสรตัวผู้ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง.....

.....

9.3 เกสรตัวเมียประกอบไปด้วยอะไรบ้าง.....

.....

- 9.4 ดอกชบา ดอกมะละกอ และดอกต้อยติ่งที่อับละอองเรณูทุกดอกหรือไม่.....
 อย่างไร.....
- 9.5 ดอกไม้ทั้ง 3 ชนิดในข้อ 9.4 มีเกสรตัวเมียทุกดอกหรือไม่.....
 อย่างไร.....

- 9.6 ดอกชบา จัดเป็นดอกประเภทใด.....
- 9.7 ดอกสมบูรณ์เพศจำเป็นต้องเป็นดอกสมบูรณ์เสมอไปหรือไม่.....
 เพราะ.....

- 9.6 จงยกตัวอย่างดอกไม้สมบูรณ์มา 5 ชนิด.....

สไลด์แบบ แผนการสอนครั้งที่ 4

ตอนที่ 2 เรื่อง การรงอกของละอองเรณู

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	ดอกชบา	ดอกชบาเป็นดอกไม้ที่มีทั้งกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน
2	เกสรตัวผู้ของดอกชบา	เกสรตัวผู้ประกอบด้วย ก้านชูอับละอองเรณู
3	อับละอองเรณู	อับละอองเรณูซึ่งภายในมีละอองเรณูอยู่เต็มอับ
4	ละอองเรณู	ละอองเรณูมีสี่เหลี่ยมอ่อน

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 4

ตอนที่ 2 เรื่อง การงอกของละอองเรณู

1. ละอองเรณูทำหน้าที่อย่างไร.....
.....
2. นักเรียนคิดว่าเมื่อละอองเรณูลิวไปตกบนยอดเกสรตัวเมียแล้วจะเป็นอย่างไร.....
.....
.....
3. จากข้อ 2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ว่าอย่างไร.....
.....
.....
4. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- กระจกใสและกระจกปิด	- กล้องจุลทรรศน์
- ดอกแพงพวย	- หยอกหยด
- สารละลายน้ำตาล 5 %	- แท่งแก้วสำหรับคน
- เข็มหมุด	

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองที่จะตรวจสอบว่า เมื่อละอองเรณูตกบนยอดเกสรตัวเมียแล้ว จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....
.....
.....
5. สารละลายน้ำตาลมีความสำคัญต่อการทดลองนี้อย่างไร.....
.....

6. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วบันทึกผลที่เกิดขึ้น

.....

7. จากผลการทดลองนั้นนักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร.....

.....

8. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

8.1 จากการทดลองนี้ละอองเรณูมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....

.....

8.2 บนยอดเกสรตัวเมียมีสารเหนียวอยู่ ๑ สารนั้นคืออะไร.....

.....

8.3 การงอกของละอองเรณูจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง.....

.....

8.4 ละอองเรณูสามารถงอกได้ในสารละลายน้ำตาลแล้วยังสามารถงอกในสารใดได้อีก....

.....

8.5 ถ้าไม่เกิดการปฏิสนธิจะเกิดผล หรือเกิดเมล็ดได้หรือไม่.....

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 5 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง การขยายพันธุ์จากส่วนต่าง ๆ ของพืช

ความคิดรวบยอด

1. พืชสามารถขยายพันธุ์ได้จาก ราก ลำต้น และใบ ซึ่งถือว่าเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้ ต้นใหม่将有ลักษณะเหมือนต้นเดิมทุกประการ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้
2. บอกเกณฑ์เพื่อตัดสินว่า ส่วนใดเป็นรากหรือลำต้น
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับส่วนของพืชที่นำมาชำได้
4. สรุปได้ว่า ส่วนของพืชที่ขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้คือ ราก ลำต้น และใบ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคู่สลับ
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามรายละเอียดของเอกสารที่แจกให้เพื่อนำไปสู่การ

ทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลองที่ได้
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมรายละเอียดในบทเรียน
4. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนการสอน

- สไลด์

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากนักเรียนตอบคำถาม
2. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
3. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง

สไลด์เทป แผนการสอนครั้งที่ 5

เรื่อง การขยายพันธุ์จากส่วนต่าง ๆ ของพืช

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	แปลงปลูกหม่อน	การขยายพันธุ์พืชบางชนิดไม่นิยมใช้เมล็ด แต่จะใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืชแทน เช่น การปลูกหม่อน จะใช้ลำต้นที่เป็นกิ่ง
2	กระถางปลูกอ้อย	การปลูกอ้อยจะใช้ลำต้น
3	กระถางปลูกมันสำปะหลัง	การปลูกมันสำปะหลัง จะใช้ลำต้น
4	กระถางชำหลอด่าง	การปลูกหลอด่าง จะใช้ลำต้นที่เป็นเถา
5	กระถางปลูกขมิ้น	นอกจากนี้พืชบางชนิดใช้ลำต้นใต้ดินขยายพันธุ์ เช่น ขมิ้น กระชาย
6	กระถางปลูกมันเทศ	พืชบางชนิดใช้รากในการขยายพันธุ์ เช่น มันเทศ

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
7	กระดางปลุกกุหลาบหิน กระดางคันคายใบเป็น	พืชมางชนิดใช้ใบในการขยายพันธุ์ เช่น คันกุหลาบหิน คันคายใบเป็น

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 5

เรื่อง การขยายพันธุ์จากส่วนต่าง ๆ ของพืช

1. จากสไลด์ ต้นไม้ที่นำมาปลูกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....

2. รากและลำต้นของพืชมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร.....

3. นักเรียนคิดว่าส่วนใดของพืชที่นำมาขยายพันธุ์ได้บ้างนอกจากการใช้เมล็ด.....

4. จากข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร.....

5. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- ม้วนฝรั่ง - กระชาย - ฤๅษีผสม - ต้นคายใบเป็น - มันเทศ - น้ำ	- แฉ่งชิง - เงาะพุทธรักษา - หลู้ค่าง - โคมญี่ปุ่น - หัวผักกาด - กระบะไม้ขนาด 45 ซม. x 10 ซม.	- ชม้น - ทุระหง - ผกากรอง - กุหลาบหิน - ทราย
---	---	--

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองที่ตรวจสอบว่าส่วนของพืชที่นำมาชำขยายพันธุ์ได้จริงหรือไม่

.....

6 เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว ให้บันทึกผลลงในตารางต่อไปนี้

ชนิดของพืช	ส่วนของพืชที่นำมาทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แสดงรูปลักษณะ ส่วนที่เกิดขึ้นใหม่

7. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร.....

8. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 8.1 ลำต้นที่เป็นกิ่งของพืชชนิดใดที่สามารถนำมาขยายพันธุ์ได้บ้าง.....
.....
- 8.2 ลำต้นใต้ดินของพืชชนิดใดที่นำมาขยายพันธุ์ได้บ้าง.....
.....
- 8.3 รากของพืชชนิดใดที่นำมาขยายพันธุ์ได้บ้าง.....
.....
- 8.4 ใบของพืชชนิดใดที่สามารถขยายพันธุ์ได้บ้าง.....
.....
- 8.5 จากการทดลอง มีต้นใหม่เกิดขึ้นจากส่วนของพืชหรือไม่.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 6 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง การตอนกิ่ง และการติดตา

ความคิรวบยอก

1. การตอนกิ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ต้นใหม่ที่ได้จะให้ดอกออกผลเหมือนเดิมทุกประการ และเป็นการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วสามารถทำได้เป็นจำนวนมาก
2. การควั่นเปลือกออกในระยะตอนกิ่งเพื่อตัดทางลำเลียงอาหาร ทำให้มีอาหารและสารอื่น ๆ มาคั่งอยู่เหนือรอยควั่นรากจึงงอกออกรอบบริเวณนั้น
3. การติดตาเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และมีหลักสำคัญคือจะต้องให้เนื้อเยื่อทั้ง 2 ส่วนเจริญมาประสานกันสนิท
4. คอกที่เกิดจากการติดตา จะมีลักษณะเหมือนคอกของกิ่งพันธุ์ ส่วนต้นคอกมีหน้าที่ทำอาหารและเป็นที่ยึดเกาะของกิ่งพันธุ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่า การตอนกิ่งและการติดตาเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
2. บอกได้ว่า การตอนกิ่งมีประโยชน์ในการเกษตร เพราะทำให้ได้พันธุ์เหมือนต้นเดิมทุกประการ และได้คอกผลเร็ว
3. บอกความหมายของกิ่งพันธุ์ และต้นคอกได้
4. บอกได้ว่า คอกผลที่ได้จากการติดตาจะมีลักษณะเหมือนกิ่งพันธุ์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคู่สไลด์
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารที่แจกให้ เพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้

ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน

4. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนรู้การสอน

- สไลด์

การประเมินผลการเรียนรู้การสอน

1. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากนักเรียนตอบคำถาม

สไลด์เทป แผนการสอนครั้งที่ 6

เรื่อง การตอนกิ่ง และการติดตา

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	รอยบากของกิ่งพันธุ์	การขยายพันธุ์พืชที่นิยมทำกัน วิธีหนึ่งคือใช้ มีดควั่นรอบกิ่งให้ยาวเท่ากับเส้นรอบวงของกิ่งพันธุ์ ลอกเอาเปลือกออก ใช้สันมีดขีดเยื่อที่ติดกับเนื้อไม้แล้ว เช็ดด้วยผ้าสะอาดให้แห้ง
2	กิ่งพันธุ์ที่มีดินพอกรอยบาก	เอาดินร่วนซึ่งผสมมูลคอกพอกดินรอบรอยบาก
3	กิ่งพันธุ์ที่มีคากาบมะพร้าว	นำกากาบมะพร้าวซึ่งทุบและแช่น้ำจนนุ่มหุ้มดินที่พอกไว้ให้มิด ใช้เชือกมัดหัวท้ายให้แน่น
4	กิ่งพันธุ์ที่ตอนเรียบร้อยแล้ว	หุ้มด้วยพลาสติกใสอีกชั้นหนึ่ง แล้วมัดหัวท้ายให้แน่น
5	ต้นตอนกิ่งที่ปลูกเป็นรูปตัวที	และการขยายพันธุ์อีกวิธีหนึ่งคือ เลือกต้นตอนแล้ว กรีดด้วยปลายมีดให้เป็นรูปตัวที ขนาดยาวประมาณ 2 ซม. ใช้สันมีดแกะรอยผ่าให้เปลือกแฉีกออกเล็กน้อย

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
6	เจียนกิ่งพันธุ์	ใช้มีดคมปากดาบซึ่งใช้เป็นกิ่งพันธุ์ โดยให้ติดเนื้อไม้เพียงเล็กน้อย
7	เสียบตากิ่งพันธุ์	นำตามาเสียบลงในรูรอยตัวที่ที่แฉกไว้ ค่อย ๆ คั่นลงข้างล่างอย่างเบา ๆ ให้แผ่นตาแนบลงไป ให้สนิทที่สุด ตัดปลายที่เหลือให้พอดีกับรอยขวางหาบตัวที่
8	ตาที่ติดเรียบร้อยแล้ว	ใช้พลาสติกบางพันรอบรอยคำจากส่วนล่างขึ้นไป ให้มิดเพื่อไม่ให้น้ำเข้า

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 6

เรื่อง การทอนกิ่ง และการติดตา

1. วิธีการขยายพันธุ์ จากภาพสไลด์เรียกว่า.....
2. วิธีการขยายพันธุ์ตามข้อ 1 มีผลอย่างไร.....
.....
3. นักเรียนคิดว่าขั้นตอนในการขยายพันธุ์พืชตามภาพสไลด์ลำดับที่ 1 - 4 มีอย่างไร.....
.....
.....
4. จากข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร.....
.....
.....
5. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- ต้นเข็ม	- ใบมีดโกน
- คินร่วน	- กาบมะพร้าว
- เชือก	- พลาสติกใสขนาด 12 ซม. x 15 ซม.

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าวิธีการเช่นนี้จะขยายพันธุ์พืชได้จริงหรือไม่

.....

.....

.....
6. นักเรียนคิดว่าขั้นตอนในการขยายพันธุ์พืช ตามภาพสไลด์ลำดับที่ 5 - 8 มีอย่างไร.....
.....
.....

7. จากข้อ 6 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร.....

.....

.....

8. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- ตะกั่วหลาย 2 ชิ้น

- ไบรด์โคน

- ผ้าพลาสติกชนิดบางขนาด 2 ซม. x 100 ซม.

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า วิธีการเช่นนี้สามารถขยายพันธุ์พืชได้จริงหรือไม่.....

.....

.....

9. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้วให้บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. ผลการทดลองตามสมมติฐานข้อ 4.....

.....

.....

2. ผลการทดลองตามสมมติฐานข้อ 7.....

.....

.....

10. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปอย่างไร

1.

.....

2.

.....

.....

11. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 11.1 ถึงตอนที่นำไปปลูกจะมีการเจริญเติบโตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....
.....
.....
- 11.2 นักเรียนคิดว่าต้นใหม่ที่ได้มาจากกิ่งตอนนี้ จะมีคอกเหมือนต้นเดิมหรือไม่.....
.....
.....
- 11.3 กาบมะพร้าวที่นำมาใช้ในการตอนกิ่งมีวัตถุประสงค์ใด.....
.....
.....
- 11.4 ในการเพาะไม้ผลสำหรับขาย เพราะเหตุใดจึงไม่นิยมเพาะจากเมล็ด.....
.....
.....
- 11.5 ผลจากต้นใหม่จากการติดตาจะเหมือนกับต้นของกิ่งพันธุ์หรือของต้นตอ.....
.....
.....
- 11.6 ต้นตอจากการติดตาทำหน้าที่อะไร.....
.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 7 (เวลา 4 คาบ)

เรื่อง การสืบพันธุ์ของคนและการผสมพันธุ์ปลาปัก

ความถี่รวบยอด

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์นั้นจะต้องมีการผสมระหว่างอสุจิกับไข่
2. อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงที่สำคัญประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด
3. เด็กหญิงอายุประมาณ 12 ปีขึ้นไปจะเริ่มมีประจำเดือนทุก ๆ เดือน จะมีจนกระทั่งอายุประมาณ 45 - 50 ปี
4. การคุมกำเนิดโดยวิธีนับวัน เวลาที่ปลอดภัยจากการตั้งครรภ์ คือช่วงก่อนที่จะเริ่มมีประจำเดือน ประมาณ 7 วัน และหลังมีประจำเดือนประมาณ 7 วัน
5. อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายที่สำคัญประกอบด้วย อัณฑะ ถุงอัณฑะ หลอดนำอสุจิ ค่อม สร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ และค่อมลูกหมาก
6. การปฏิสนธิเกิดขึ้นในท่อนำไข่ ไข่ที่ผสมแล้วจะเคลื่อนที่ไปฝังตัวที่ผนังมดลูก และเจริญอยู่ประมาณ 9 เดือน หรือ 280 วัน จึงคลอดออกมา
7. ผาผืนที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรมทุกอย่างเหมือนกัน และเป็นเพศเดียวกันเสมอ
8. ปลาสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ บางชนิดมีการปฏิสนธิภายนอก และบางชนิดปฏิสนธิภายใน
9. น้ำเป็นตัวกลางสำคัญสำหรับการปฏิสนธิภายนอก
10. ปลาปักและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กางคก กบ มีการปฏิสนธิภายนอก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญของเพศหญิงและเพศชายได้
2. อธิบายการเกิดประจำเดือนได้
3. บอกวิธีการคุมกำเนิดโดยการนับวันได้
4. อธิบายการเกิดการปฏิสนธิในคนได้
5. อธิบายลักษณะฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียว และเกิดจากไข่คนละใบได้
6. บอกลักษณะของปลากัดตัวผู้และปลากัดตัวเมียได้
7. อธิบายพฤติกรรมกรรมการผสมพันธุ์ของปลากัดตัวผู้และตัวเมีย และพฤติกรรมที่ปลากัดตัวผู้ดูแลไข่
8. สรุปได้ว่าการปฏิสนธิของปลากัดเกิดขึ้นภายนอกร่างกาย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของนก

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนดูสไลด์
2. ครูแจกเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตาม

รายละเอียดของเอกสารเพื่อนำไปสู่การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้มาเสนอ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมความรายละเอียดในบทเรียน
4. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนการสอน

- สไลด์เพา
- แผนภาพแสดงการคุมกำเนิดโดยการนับวัน
- แผนภาพแสดงระบบการสืบพันธุ์ของเพศหญิงและเพศชาย

การประเมินผลการเรียนการสอน

1. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. จากการตอบคำถามของนักเรียน

เอกสารประกอบการอภิปราย

เรื่อง การสืบพันธุ์ของคน

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์ เซลสืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียเรียกว่า.....
.....
2. เพราะเหตุใดไข่ไก่หรือไข่คน จึงต้องมีไข่แดงสะสมอยู่ในเซลล์จำนวนมาก.....
.....
3. ขนาดของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเพศเมียแตกต่างกันอย่างไร.....
.....
4. อวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญของเพศหญิงมีอะไรบ้าง.....
.....
และแต่ละอย่างทำหน้าที่อย่างไร.....
.....
.....
.....
5. เมื่อเกิดการตกไข่ในเพศหญิง แต่ไข่ไม่ได้รับการผสมจะมีผลอย่างไร.....
.....
6. การคุมกำเนิดโดยการนับวัน ระยะที่ปลอดภัยจากการตั้งครรภ์คือช่วงใด.....
.....

7. อวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญของเพศชายประกอบด้วยอะไรบ้าง.....

 และแต่ละอย่างทำหน้าที่อย่างไร.....

8. การปฏิสนธิของคนเกิดขึ้นที่อวัยวะส่วนใด.....
 และเกิดขึ้นได้อย่างไร.....

9. ทารกฝากแฝดบางคู่อาจมีทั้งหน้าตาและเพศเหมือนกัน แต่บางคู่หน้าตาและเพศต่างกัน เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น.....

10. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
 - 10.1 การผสมของเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียเรียกว่า.....
 - 10.2 ไข่ของสัตว์ชนิดใดบ้างที่มีไข่แดงสะสมอยู่ในปริมาณมาก.....

 - 10.3 สมมติว่าหญิงคนหนึ่งมีรอบประจำเดือน 28 วัน และมีประจำเดือนครั้งสุดท้ายวันที่ 7 มิถุนายน ช่วงวันที่เท่าใด เป็นระยะที่มีโอกาสตั้งครรภ์ได้มากที่สุด.....

 เพราะเหตุใด.....

 - 10.4 จากข้อ 10.3 ช่วงวันที่เท่าใดบ้างเป็นระยะที่ปลอดภัยจากการตั้งครรภ์.....

- 10.5 จากข้อ 10.3 ถ้าหญิงนั้นมีรอบเดือนสม่ำเสมอ ประจำเดือนครั้งต่อไปจะมีวันที่เท่าใด
.....
- 10.6 หญิงที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือนแล้ว จะมีลูกได้หรือไม่.....
เพราะเหตุใด.....
- 10.7 การปฏิสนธิของคนที่เกิดขึ้นที่วัยอะไร.....
- 10.8 ผาผลที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันมีลักษณะทางพันธุกรรมทุกอย่างเหมือนกันหรือไม่.....
เพราะเหตุใด.....
.....
- 10.9 ผาผลที่เกิดจากไข่คนละใบมีลักษณะทางพันธุกรรมทุกอย่างเหมือนกันหรือไม่.....
เพราะเหตุใด.....
.....

สไลด์เทป แผนการสอนครั้งที่ 7

เรื่อง การผสมพันธุ์ปลากัด

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	ปลาสลิด และปลาตะเพียน	การสืบพันธุ์ของปลา ปลาแต่ละชนิดจะมี พฤติกรรมในการผสมพันธุ์แตกต่างกันออกไป เช่น ปลาสลิดผสมพันธุ์กัน ตัวผู้จะพ่นน้ำให้มี ลักษณะเป็นฟองเล็ก ๆ จำนวนมาก เรียกว่า หวอด เมื่อตัวเมียวางไข่แล้วตัวผู้จะปล่อยน้ำ เชื้อเข้าผสม และอมไข่ไปไว้ที่หวอด
2	ปลากัดตัวผู้	ปลากัดตัวผู้
3	ปลากัดตัวเมีย	ปลากัดตัวเมีย
4	หวอด	หวอดที่ปลาตัวผู้สร้างขึ้น
5	ลูกปลากัด	ลูกปลากัดที่เพาะออกจากไข่

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 7

เรื่อง การผสมพันธุ์ปลากัด

1. จากสไลด์ปลากัดตัวผู้และปลากัดตัวเมียแตกต่างกันอย่างไร.....
.....
.....
2. พฤติกรรมในการผสมพันธุ์ปลาสลิดเป็นอย่างไร.....
.....
.....
3. นักเรียนคิดว่า พฤติกรรมในการผสมพันธุ์ปลาของปลากัดเป็นอย่างไร.....
.....
.....
4. จากข้อ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
.....
.....
5. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้
 - ปลากัดตัวผู้และตัวเมีย
 - ขวดแก้วใส
 - อ่างดิน
 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าปลากัดมีพฤติกรรมในการผสมพันธุ์อย่างไร
.....
.....
.....

6. เมื่อทำการทดลองแล้วให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองที่ได้.....
.....
.....
7. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร.....
.....
8. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
 - 8.1 หวอมีลักษณะอย่างไร.....
 - 8.2 ไช้ปลาก็กมีลักษณะอย่างไร.....
 - 8.3 การปฏิสนธิของปลาก็กเกิดขึ้นภายในหรือภายนอกร่างกาย.....
 - 8.4 ขณะผสมพันธุ์ ปลาก็กตัวผู้แสดงพฤติกรรมอย่างไร.....
.....
 - 8.5 ไช้ปลาก็กใช้เวลาานเท่าใดจึงฟักออกเป็นตัว.....
 - 8.6 เหตุใดจึงแยกตัวเมียออกจากอ่างเลี้ยงปลา หลังจากออกไข่แล้ว.....
.....
 - 8.7 เพราะเหตุใดปลาจึงออกไข่เป็นจำนวนมาก.....
.....
 - 8.8 มีสัตว์ชนิดใดอีกบ้างที่มีการปฏิสนธิภายนอก.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 8 (เวลา 2 คาบ)

เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการผสมเทียม

ความคิดรวบยอด

1. สัตว์ชั้นต่ำหลายชนิดสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
2. อมีบาเป็นสัตว์เซลล์เดียวที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเพียงอย่างเดียวโดยวิธีแบ่งตัวออกเป็นสอง
3. ไชโครามีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการผสมของตัวอสุจิกับไข่ และสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้อีกโดยการแตกหน่อ
4. หลักการผสมเทียม ได้แก่ การรีดเก็บน้ำเชื้อ การเก็บรักษาน้ำเชื้อ และการฉีดน้ำเชื้อ
5. การผสมเทียมสามารถผสมได้ในสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายนอก และการปฏิสนธิภายใน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าสัตว์ชั้นต่ำสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศได้
2. สรุปได้ว่าโดยทั่วไป ไชโครามีการสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
3. บอกหลักการและวิธีการผสมเทียมได้
4. บอกสาเหตุจำนวนลูกที่เกิดของวัวน้อยกว่าจำนวนครั้งที่ได้รับการผสมเทียมได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนดูสไลด์
2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามรายละเอียดของเอกสารที่แจกให้ เพื่อนำไปสู่

การทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลองที่ได้
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติมตามรายละเอียดในบทเรียน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการผสมเทียม
5. ให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา

สื่อการเรียนรู้การสอน

- สไลด์เทป
- แผนภาพแสดงการผสมเทียม
- ตารางสถิติในการผสมเทียม

การประเมินผลการเรียนรู้การสอน

1. สังเกตจากนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง และการตอบคำถาม

สไลด์เทป แผนการสอนครั้งที่ 8

เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการผสมเทียม

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
1	ตัวอัมพา	สัตว์ชั้นต่ำหลายชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ เช่น อัมพา ซึ่งเป็นสัตว์เซลล์เดียว
2	อัมพาแบ่งตัว	ที่สืบพันธุ์ได้โดยการแบ่งตัวออกเป็นสอง
3	ตัวหาวมีเขี้ยว	หาวมีเขี้ยวสามารถสืบพันธุ์ได้แบบอาศัยเพศ ด้วยวิธีคอนจูเกชัน และสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
4	หาวมีเขี้ยวแบ่งตัว	โดยการแบ่งตัวออกเป็นสอง
5	ตัวไฮครา	ไฮคราเป็นสัตว์ชั้นต่ำหลายเซลล์

เอกสารประกอบการอภิปรายปัญหา ครั้งที่ 8

เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการผสมเทียม

1. จากสไลด์ อมีบามีการสืบพันธุ์แบบใด.....
2. ทารามีเข็มสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้หรือไม่อย่างไร.....
.....
3. ทารามีเข็มสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้หรือไม่อย่างไร.....
.....
4. นักเรียนคิดว่า ไฮครามีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้หรือไม่.....
อย่างไร.....
5. จากข้อ 4. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของไฮคราได้อย่างไร.....
.....
.....
6. ถ้ากำหนดอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้

- แวนชยาย	- ไรน้ำ
- ภาชนะแก้ว	- ตัวไฮครา
- สาทร่ายทางกระรอก	

 ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

7. เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว ให้บันทึกผลการทดลองที่ได้
.....
.....
8. ใรน้ำมีวัตถุประสงค้ต่อการทดลองน้อ่างไร.....
.....
9. นักเรียนจะสรุปผลที่ไ้จากการทดลองว่าอ่างไร.....
.....
.....
10. ใ้ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
 - 10.1 นักเรียนเห็นหน่อข้างล่างตัวของไฮครามีลักษณะอ่างไร.....
.....
 - 10.2 หน่อข้างล่างตัวของไฮคราจะเจริญไปเป็นอะไร.....
.....
 - 10.3 เพราะเหตุใดใในการผสมเทียมจึงใช้แม่พันธุ์เป็นพันธุ์พื้นเมือง.....
.....
 - 10.4 ลูกที่เกิดจากการผสมเทียมจะมีลักษณะอ่างไร.....
.....
 - 10.5 ข้อดีของการผสมเทียมมีอะไรบ้าง.....

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

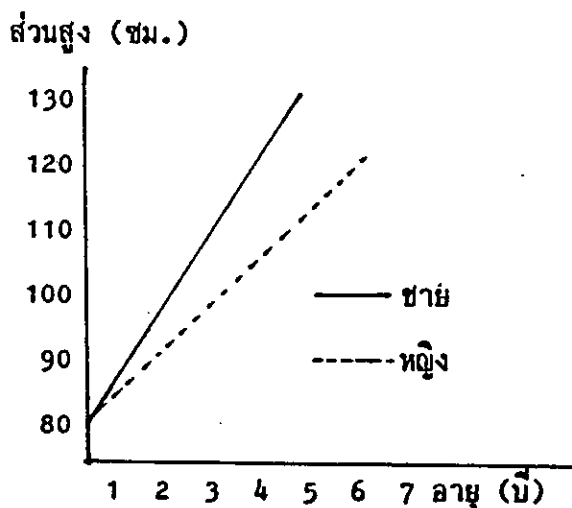
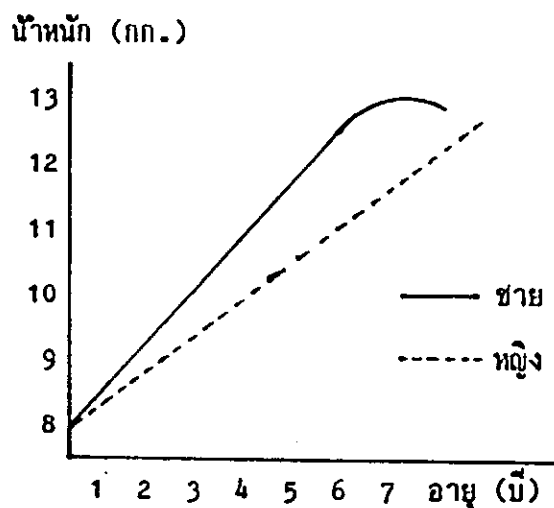
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย บนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงตัวเดียวโดยให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก
 2. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
 3. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
 4. เมื่อผู้คุมสอบบอกว่าหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบทันที
-
1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะของตกไข่
 - ก. พร้อมทั้งจะสืบพันธุ์
 - ข. หยุดนิ่งอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหว
 - ค. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างใด ๆ อีก
 - ง. หยุดการเจริญเติบโตเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
 - จ. กินอาหารมากกว่าปกติ เพื่อเก็บสะสมไว้สำหรับการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

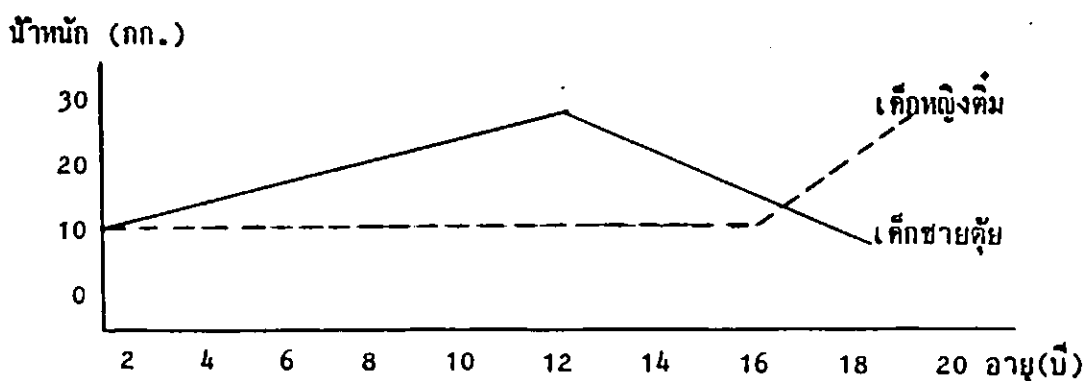
จงศึกษากราฟต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2 - 3

- กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กชายและเด็กหญิงอายุ 1 - 6 ปี



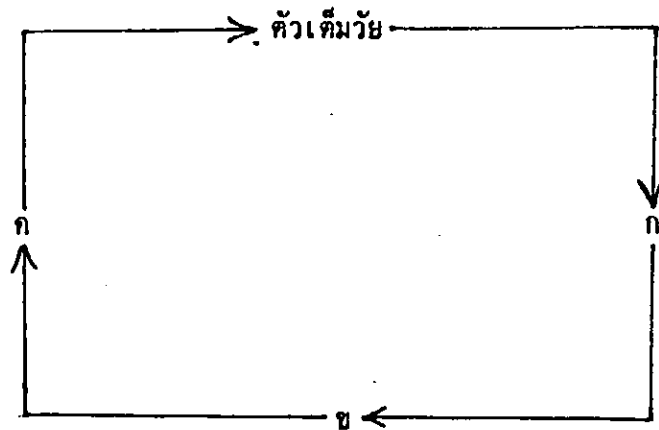
2. ข้อความใดต่อไปนี้ที่แปลความหมายของกราฟได้ถูกต้องที่สุด
- เมื่ออายุเท่ากันเด็กชายสูงกว่าเด็กหญิงแต่น้ำหนักน้อยกว่าเด็กหญิง
 - เมื่ออายุเท่ากันเด็กชายมีน้ำหนักมากกว่าเด็กหญิงและสูงกว่าเด็กหญิง
 - เมื่ออายุเท่ากันเด็กหญิงจะเจริญเติบโตมากกว่าเด็กชาย
 - ในช่วงอายุ 1 - 6 ปี เด็กชายมีการเจริญเติบโตมากกว่าเด็กหญิง
 - ในช่วงอายุ 1 - 6 ปี อัตราการเพิ่มน้ำหนักของเด็กชายจะคงที่

3. ข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ของกราฟทั้งสอง
- น้ำหนักและส่วนสูงของเด็กชายไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
 - น้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
 - น้ำหนักและส่วนสูงของเด็กชายเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน
 - น้ำหนักและส่วนสูงของเด็กหญิงเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน
 - น้ำหนักและส่วนสูงของเด็กชายเป็นสัดส่วนกลับต่อกัน
4. การพิจารณาเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มส่วนสูงของเด็กชายและเด็กหญิงในช่วงอายุต่าง ๆ กันนั้น สามารถสังเกตได้จากลักษณะใดของกราฟ
- ความยาวของกราฟ
 - ความโค้งของกราฟ
 - ความชันของกราฟ
 - ความตรงของกราฟ
 - ความสม่ำเสมอของกราฟ
5. จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเด็กชายตุ้ย กับเด็กหญิงคิมในช่วงอายุต่าง ๆ ในข้อใดที่สามารถแปลความหมายของกราฟได้อย่างถูกต้องที่สุด



- ก. เด็กชายดื่มน้ำหนักมากกว่าเด็กหญิงดื่มทุกปี
- ข. ช่วงอายุ 1 - 14 ปี อัตราการเพิ่มน้ำหนักของเด็กหญิงดื่มไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. ช่วงอายุ 6 - 14 ปี อัตราการเพิ่มน้ำหนักของเด็กดื่ยลดลง
- ง. ช่วงอายุ 1 - 20 ปี อัตราการเพิ่มน้ำหนักของเด็กชายดื่ยสูงกว่าเด็กหญิงดื่ม
- จ. ช่วงอายุ 1 - 10 ปี อัตราการเพิ่มน้ำหนักของเด็กหญิงดื่มต่ำกว่าเด็กชายดื่ย
6. นายคำอายุ 20 ปี เขามีความสูงเท่ากับ 180 ซม. อยากทราบว่าช่วงขาของเขายาวเท่าใด
- ก. 60 เซนติเมตร
- ข. 70 เซนติเมตร
- ค. 80 เซนติเมตร
- ง. 90 เซนติเมตร
- จ. 100 เซนติเมตร
7. เนื้อเยื่อในร่างกายของสัตว์ชั้นสูง เช่น มนุษย์ ที่มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์อย่างรวดเร็ว จนร่างกายไม่สามารถควบคุมได้ จะเป็นผลให้เนื้อเยื่อส่วนนั้นกลายสภาพเป็นอะไร
- ก. มะเร็ง
- ข. หัวอ่อน
- ค. หัวไหม้
- ง. ก้อนไขมัน
- จ. อวัยวะเทียม

8.



จากแผนภาพ ถ้าเป็นแผนภาพแสดงวงจรชีวิตของไหม โดย ก, ข และ ค แทนขั้นตอนต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต อยากทราบว่าข้อใดต่อไปนี้แสดงลำดับขั้นตอนการเจริญเติบโตตาม ก, ข, และ ค ได้ถูกต้อง

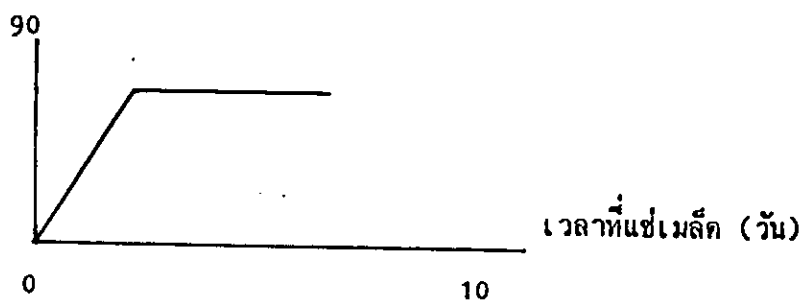
- ก. ไช้ → ตัวหนอน → คักคัก
 - ข. ไช้ → คักคัก → ตัวหนอน
 - ค. คักคัก → ตัวหนอน → ไช้
 - ง. ตัวหนอน → คักคัก → ไช้
 - จ. ตัวหนอน → ไช้ → คักคัก
9. ตัวไหม เป็นแมลงจำพวกเดียวกับอะไร
- ก. ผีเสื้อ
 - ข. ผีเสื้อ
 - ค. แมลงภู่
 - ง. ตั๊กแตน
 - จ. แมลงปอ

10. จากการทดลองเพาะเมล็ดถั่วจำนวน 100 เมล็ด โดยการแช่เมล็ดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าจำนวนเมล็ดที่งอกแตกต่างกันดังแสดงในตารางต่อไปนี้

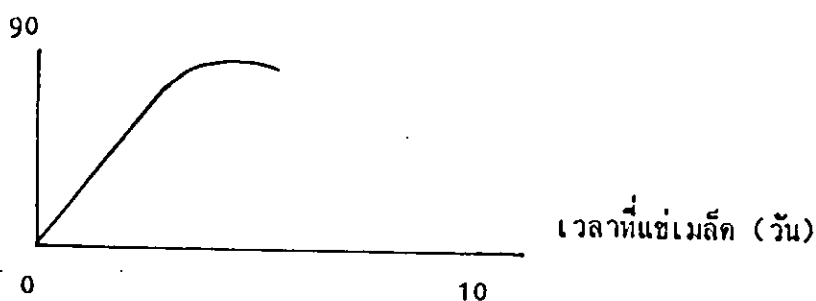
จำนวนวันที่แช่เมล็ด	จำนวนเมล็ดที่งอก
2	40
4	70
6	80
8	85
10	87

จากข้อมูลดังกล่าว ถ้าจะเขียนกราฟควรจะได้กราฟทั้งข้อใด

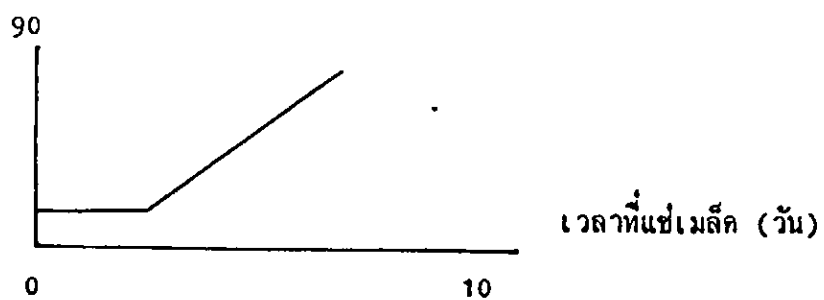
ก. จำนวนเมล็ดที่งอก



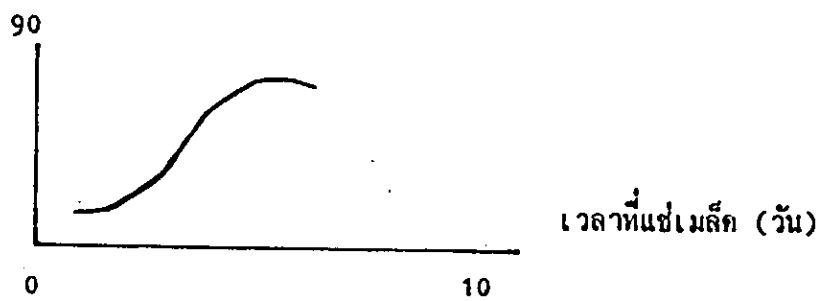
ข. จำนวนเมล็ดที่งอก



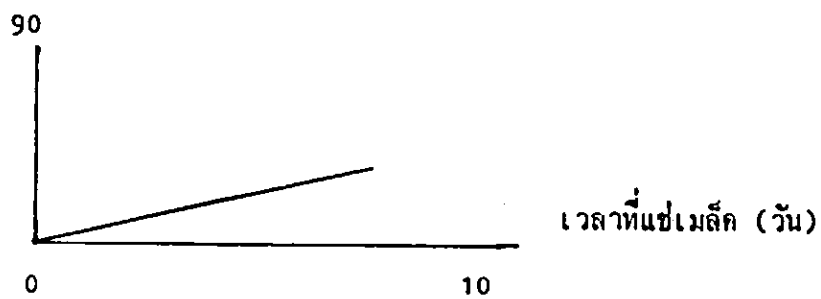
ก. จำนวนเมล็ดที่งอก



ง. จำนวนเมล็ดที่งอก



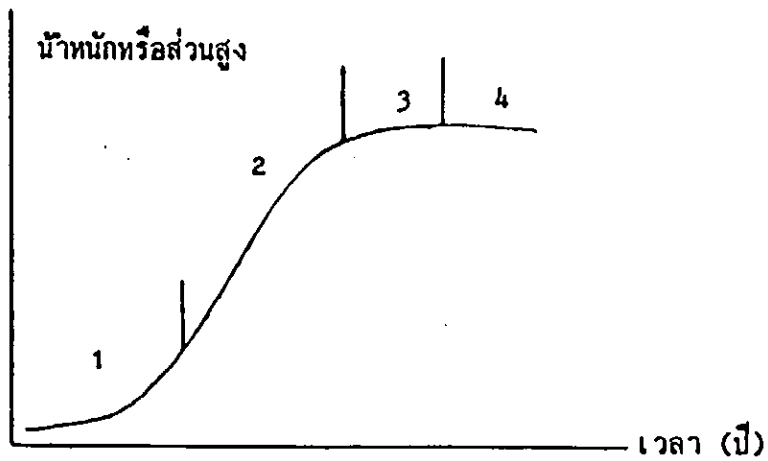
จ. จำนวนเมล็ดที่งอก



11. การเจริญเติบโตของผลมะนาวจากขนาดเล็กจนมีขนาดใหญ่มากขึ้น อยากทราบว่าเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการข้อใด

- ก. การแบ่งเซลล์
- ข. การเพิ่มจำนวนเซลล์
- ค. การเพิ่มมวลของเซลล์
- ง. การขยายขนาดของเซลล์
- จ. การเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์

12. เด็กวัยรุ่นที่มีอายุระหว่าง 12 - 17 ปี จะมีการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงใดของกราฟแสดงการเจริญเติบโต



- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

13. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำกล่าวที่ถูกต้องที่สุด
- การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
 - การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตจะคงที่และลดลงในระยะต่อมา
 - สิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ในระยะแรกและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะต่อมาไม่มีที่สิ้นสุด
 - เมื่อสิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตถึงขีดสุดแล้วจะหยุดการเจริญเติบโตระยะหนึ่งแล้วก็จะเจริญเติบโตไปอีกเมื่อมีความพร้อม
 - การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะแรกและจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะต่อมาและจะคงที่ในที่สุด
14. ดอกไม้ที่มีทั้งกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เราจัดว่าเป็นดอกประเภทใด
- ดอกสมบูรณ์
 - ดอกไม้สมบูรณ์
 - ดอกสมบูรณ์เพศ
 - ดอกไม้สมบูรณ์เพศ
 - ดอกสมบูรณ์แบบ
15. คำว่า "การถ่ายละอองเกสร" หมายถึงข้อใด
- การผสมเกสร
 - การผสมระหว่างสเปิร์มกับไข่
 - การผสมระหว่างเชื้อตัวผู้กับไข่
 - การแลกเปลี่ยนเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย
 - การที่ละอองเรณูตกบนยอดเกสรตัวเมีย

16. จำนวนเมล็ดในผลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนของสิ่งใด

ก. โยวูล

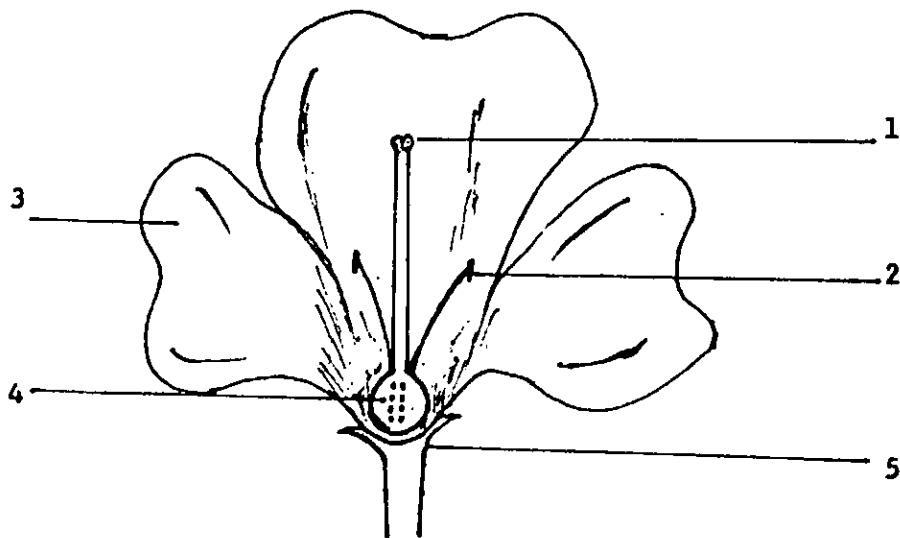
ข. รังไข่

ค. เซลไข่

ง. ละอองเรณู

จ. โพลาร์นิวเคลียส

17. จากภาพข้างล่าง อยากทราบว่า การปฏิสนธิเกิดจากการผสมระหว่างหมายเลขคู่ใด



ก. 1 กับ 3

ข. 2 กับ 5

ค. 1 กับ 5

ง. 1 กับ 2

จ. 2 กับ 4

18. ผลที่เกิดจากดอกไม้ที่มีหลายรังไข่อัดแน่นในดอกเดียวกัน เรียกว่าอะไร
- ผลเดี่ยว
 - ผลกลุ่ม
 - ผลรวม
 - ผลร่วม
 - ผลแฝด
19. ส่วนประกอบของดอกไม้ส่วนใดที่มีความสำคัญต่อการดำรงรักษาพันธุ์ของพืชมากที่สุด
- กลีบดอกกับเกสรตัวผู้
 - เกสรตัวผู้กับละอองเรณู
 - เกสรตัวเมียกับรังไข่
 - เกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย
 - กลีบเลี้ยงกับกลีบดอก
20. พักทองต้นหนึ่งออกดอกเป็นจำนวนมาก แต่ปรากฏว่าไม่ติดลูกเลย นักเรียนคิดว่าเนื่องจากสาเหตุใดมากที่สุด
- ต้นพักทองเป็นหมัน
 - ไม่มีการผสมเกสรเลย
 - มีแต่ดอกไม้สมบูรณ์เพศ
 - มีแต่ดอกตัวผู้เพียงอย่างเดียว
 - ในบริเวณนั้นไม่มีแมลงช่วยผสมเกสรเลย

21. ดอกไม้ที่เกิดจากการปฏิสนธิได้ผลหรือที่เรียกว่าผสมคืด จะแสดงลักษณะอย่างไร
- กลีบดอกจะเหี่ยว
 - กลีบดอกยังคงสดอีกต่อไป
 - กลีบดอกยังสดและรังไข่ขยายใหญ่ขึ้น
 - กลีบดอกเหี่ยวและรังไข่เป็นสีเหลือง
 - กลีบดอกจะเหี่ยวภายใน 3 - 4 วัน และรังไข่ขยายใหญ่ขึ้น
22. พืชชนิดใดต่อไปนี้สามารถใช้ส่วนต่าง ๆ บำรุงให้ผลมากที่สุด
- กล้วย
 - มันเทศ
 - พุทธรักษา
 - กระชาย
 - กุหลาบหิน
23. การตอนต้นไม้ ต้องควั่นกิ่งและลอกเปลือกออกแล้วใช้สันมีดขูดเพื่ออะไร
- เพื่อเอายางไม้ออก
 - เพื่อให้สะเก็ดปราศจากเชื้อโรค
 - เพื่อเอาท่อน้ำและท่ออาหารออก
 - เพื่อเอาเยื่อเจริญและท่อน้ำออก
 - เพื่อเอาเยื่อเจริญและท่ออาหารออก

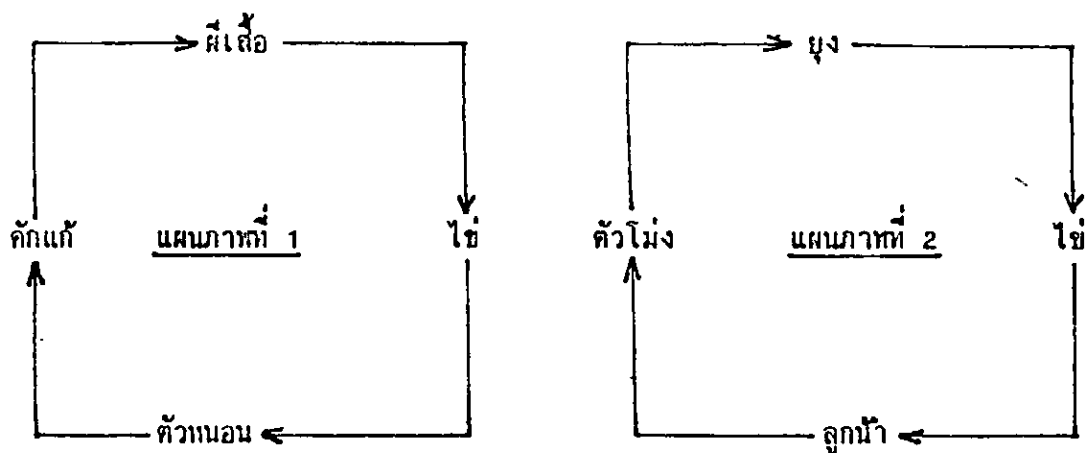
24. ถ้ากระชายไม่มีการออกดอกเลย หมายความว่ากระชายไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ต่อไปใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ใช่ เพราะกระชายขยายพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศเท่านั้น
 - ใช่ เพราะกระชายเป็นพืชดอกที่ต้องมีการถ่ายละอองเรณูเท่านั้น
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายยังสามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้ใบอีกด้วย
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายไม่ใช่พืชดอกจึงไม่จำเป็นต้องใช้ดอกขยายพันธุ์
 - ไม่ใช่ เพราะกระชายนอกจากใช้ดอกแล้วยังสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยลำต้น
25. เด็กชายสรพงศ์ หกลองตอนถึงมะนาว แต่เมื่อเวลาผ่านไปเกือบเดือนเศษ ปรากฏว่ายังไม่ออกราก นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นเหตุใดมากที่สุด
- กิ่งที่ตอนมีขนาดใหญ่เกินไป
 - กิ่งที่ตอนอยู่สูงมากเกินไป
 - ชูดเนื้อเยื่อเจริญที่เนื้อไม่ออกไม่หมด
 - ชูดเนื้อเยื่อเจริญที่เนื้อไม่ออกมากเกินไป
 - ความยาวของรอยควั่นไม่เท่ากับความยาวของเส้นรอบวงของกิ่ง
26. ถ้าต้องการลงทุนทำสวนมะม่วงเพื่อการค้า ท่านจะเลือกวิธีการขยายพันธุ์แบบใดจึงจะทำให้ท่านได้ผลผลิตที่ดีและรวดเร็วที่สุด
- การตอนกิ่ง
 - การติดตา
 - การทาบกิ่ง
 - การต่อกิ่ง
 - การเพาะด้วยเมล็ด

27. โสภามีประจำเดือนเป็นปกติประจำ ถ้าเธอมีประจำเดือนครั้งสุดท้ายวันที่ 3 สิงหาคม
 อยากทราบว่า เธอจะมีประจำเดือนครั้งต่อไปในวันที่เท่าใด
- ก. 30 - 31 สิงหาคม
 - ข. 22 - 23 สิงหาคม
 - ค. 16 - 17 สิงหาคม
 - ง. 1 - 2 กันยายน
 - จ. 16 - 17 กันยายน
28. ดวงเดือนมีรอบเดือนเป็นปกติเป็นประจำ ถ้าครั้งสุดท้ายเธอมีรอบเดือนวันที่ 24 กรกฎาคม
 อยากทราบว่าระยะปลอดภัยจากการตั้งครรภ์ของดวงเดือน อยู่ประมาณช่วงใด
- ก. 6 - 8 สิงหาคม
 - ข. 9 - 11 สิงหาคม
 - ค. 18 - 20 สิงหาคม
 - ง. 28 - 30 สิงหาคม
 - จ. 1 - 3 กันยายน
29. หญิงคนหนึ่งมีประจำเดือนครั้งแรกเมื่ออายุ 15 ปี และหมดประจำเดือนเมื่ออายุ 45 ปี
 และเสียชีวิตเมื่ออายุ 80 ปี อยากทราบว่าหญิงคนนี้มี การตกไข่ทั้งหมดกี่ใบตลอดชีวิตของ
 เธอ
- ก. 30
 - ข. 300
 - ค. 360
 - ง. 400
 - จ. 450

30. การปฏิสนธิของคนเราเกิดขึ้นในอวัยวะส่วนใดของร่างกาย
- มดลูก
 - รังไข่
 - ปีกมดลูก
 - ช่องคลอด
 - ผนังมดลูกด้านใน
31. การคุมกำเนิดโดยวิธีการนับวันปลอดภัยจากการตั้งครรภ์จะได้ผลดีมากกับบุคคลประเภทใด
- บุคคลที่มีการศึกษาสูง
 - บุคคลที่ร่างกายแข็งแรง
 - บุคคลที่มีประจำเดือนมาตรงเวลา
 - บุคคลที่มีประจำเดือนกลาตเคลื่อนตลอดเวลา
 - บุคคลที่เคยตั้งครรภ์มาแล้ว 1 ครั้งเป็นอย่างน้อย
32. ผาแฝดคู่หนึ่งเป็นเพศชายทั้งคู่ ถ้าเป็นผาแฝดแท้ ข้อใดเป็นความจริงเกี่ยวกับผาแฝดคู่นี้
- กำเนิดมาจากไข่คนละใบและอสุจิคนละตัว
 - กำเนิดมาจากอสุจิตัวเดียว แต่ไข่ 2 ใบ
 - กำเนิดมาจากอสุจิ 2 ตัว และไข่ 2 ใบ
 - กำเนิดมาจากอสุจิ 2 ตัว แต่ไม่ไข่ใบเดียวกัน
 - กำเนิดมาจากไข่ใบเดียวกัน และอสุจิตัวเดียวกัน
33. ไชครามีการสืบพันธุ์แบบใด
- แบ่งตัวเป็นสองและการแตกหน่อ
 - ไข่ผสมกับอสุจิและการแตกหน่อ
 - ไข่ผสมกับอสุจิและการแบ่งตัวออกเป็นสอง
 - โดยการสร้างสปอร์และการแบ่งตัวออกเป็นสอง
 - โดยการแตกหน่อและการสร้างสปอร์ในภาวะที่เหมาะสม

34. ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยชน์ของการผสมเทียมมากที่สุด
- ประหยัดเวลาและเงินตรา
 - สามารถให้ลูกได้คราวละมาก ๆ
 - ตัดปัญหาเรื่องการเลี้ยงพ่อพันธุ์
 - ตัดปัญหาเรื่องการเคลื่อนย้ายพ่อพันธุ์
 - กำหนดลักษณะและคุณภาพของลูกที่เกิดได้
35. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกล่าวได้ถูกต้องที่สุด
- การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะได้พันธุ์เดิมเสมอ
 - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะต้องมีการปฏิสนธิภายในเสมอ
 - การผสมเทียมถือว่าเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอีกแบบหนึ่ง
 - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะต้องมีการผสมระหว่างอสุจิกับไข่เสมอ
 - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะได้ผลดีเท่ากับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
36. สารที่ใช้เคมีในน้ำเชื้อเพื่อหล่อเลี้ยงอสุจิ คืออะไร
- โซเคียมคลอไรด์
 - โซเคียมซิเตรต
 - แคลเซียมคลอไรด์
 - แคลเซียมคาร์บอเนต
 - สารละลายน้ำตาลกลูโคส
37. สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีรูปแบบการปฏิสนธิ เช่นเดียวกับปลากัด
- ไก่
 - กบ
 - ปลาเข็ม
 - ปลาฉลาม
 - ปลาหางนกยูง

38. จากแผนภาพทั้งสอง ข้อใดที่ได้จากการสังเกตโดยตรง



- ก. ยุงมีวงชีวิตเป็นระยะเวลามากกว่าผีเสื้อ
- ข. ยุงและผีเสื้อมีการเจริญเติบโตเป็น 4 ขั้นเหมือนกัน
- ค. ในระยะที่เป็นตัวหนอน แมลงจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาด
- ง. การเจริญเติบโตของแมลงหมีจะมีลักษณะตามแผนภาพที่ 2.
- จ. ในระยะคักแก๊หรือตัวโม่ง จะเป็นระยะที่ไม่มีการเจริญเติบโต

39. จากภาพดอกไม้ทั้ง 2 ชนิดข้อใดที่ได้จากการสังเกตโดยตรง



- ก. ดอกไม้ทั้งสองชนิดเป็นดอกไม้สมบูรณ์
- ข. ดอกไม้ทั้งสองชนิดเป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ
- ค. ดอกไม้ทั้งสองชนิด คือดอกคำลิงและดอกทุระหง
- ง. ดอกไม้ทั้งสองชนิดเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะสืบพันธุ์
- จ. ดอกไม้ทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบที่เหมือนกันคือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และ เกสรตัวเมีย

40.

ดอกชบา	ดอกค้อยติ่ง
ดอกแสด	ดอกพุทธรักษา

ดอกทิวทอง	ดอกมะเขือ
ดอกตำลึง	ดอกบวบ

กลุ่มที่ 1กลุ่มที่ 2

จากการจัดกลุ่มดังกล่าว อยากทราบว่าดอกไม้ชนิดใดที่ไม่เข้าพวกทั้งสองกลุ่ม

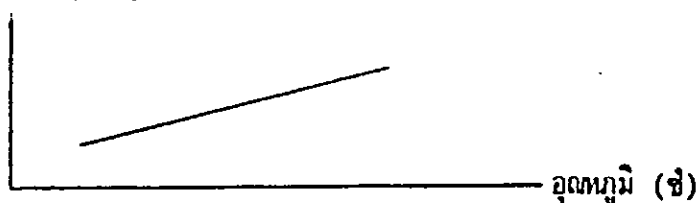
- ก. ดอกค้อยติ่ง กับ ดอกบวบ
 - ข. ดอกชบา กับ ดอกทิวทอง
 - ค. ดอกแสด กับ ดอกมะเขือ
 - ง. ดอกพุทธรักษา กับ ดอกตำลึง
 - จ. ดอกแสด กับ ดอกทิวทอง
41. นักเรียนจะจำแนกปลาชนิดต่าง ๆ ต่อไปนี้ ปลาปัก ปลาเข็ม ปลาหางนกยูง ปลาสลิด ปลานิล ปลาดงลาม โดยใช้ลักษณะการปฏิสนธิเป็นเกณฑ์ข้อใดถูกต้อง
- ก. ปลาสลิด ปลานิล ปลาเข็ม
 - ข. ปลาปัก ปลานิล ปลาดงลาม
 - ค. ปลาปัก ปลาเข็ม ปลาหางนกยูง
 - ง. ปลาหางนกยูง ปลานิล ปลาสลิด
 - จ. ปลาดงลาม ปลาเข็ม ปลาหางนกยูง

42. เมื่อสาร ก ทำปฏิกิริยากับสาร ข ได้สาร ค ซึ่งมีสีเหลือง
ตารางต่อไปนี้แสดงเวลาที่เห็นสารสีเหลืองเกิดขึ้นหลังจากที่ผสมสาร ก กับสาร ข ที่
อุณหภูมิต่าง ๆ

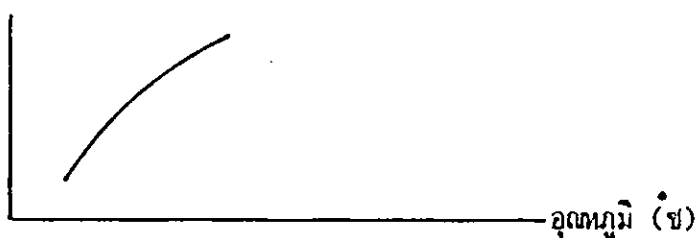
อุณหภูมิ (°C)	30	40	50	60	70	80
เวลา (นาที)	20	15	11	6	3	1

จากข้อมูลในตาราง ถ้านำมาเขียนในรูปของกราฟ จะได้กราฟดังรูปใด

ก. เวลา (นาที)



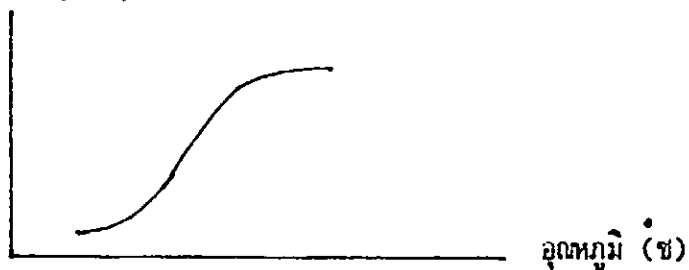
ข. เวลา (นาที)



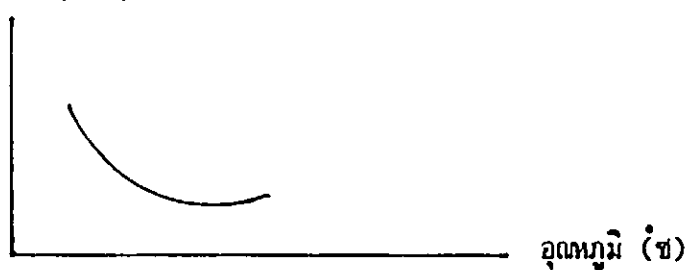
ค. เวลา (นาที)



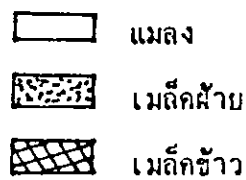
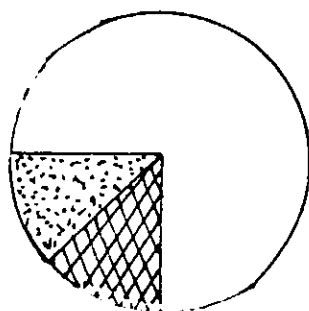
ง. เวลา (นาฬิกา)



จ. เวลา (นาฬิกา)



43. สมศรีพบนกตัวหนึ่งในสวน เธอต้องการทราบว่า นกตัวนั้นกินอาหารอะไรบ้าง เธอจึงได้เปิดหนังสือดูพบว่าอาหารที่นกตัวนั้นกิน ดังแสดงในแผนภาพ



จากกราฟนี้ สมบัติใดที่ทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับอาหารที่นกตัวนั้นกิน

- ก. อาหารที่นกห้วไปส่วนใหญ่กินเป็นอาหาร คือ แมลง
- ข. อาหารที่นกห้วไปส่วนใหญ่กินเป็นอาหาร คือ เมล็ดฝ้าย
- ค. อาหารส่วนใหญ่ที่นกชนิดนี้กิน คือ เมล็ดข้าวและเมล็ดฝ้าย
- ง. นกชนิดนี้ชอบกินอาหารประเภทเมล็ดข้าวและเมล็ดฝ้ายเท่า ๆ กัน
- จ. นกชนิดนี้ชอบกินอาหารประเภทเมล็ดข้าวและแมลงจำนวนเท่า ๆ กัน

จงใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 44 และข้อ 45

ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเด็กทารกขณะที่เจริญเติบโต

อายุ (เดือน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
แรกเกิด	4
6	8
12	12

44. เด็กที่มีอายุ 9 เดือน จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม

- ก. 8
- ข. 9
- ค. 10
- ง. 11
- จ. 11.5

45. เด็กที่มีอายุ 36 เดือน (3 ปี) จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม

- ก. 24
- ข. 28
- ค. 32
- ง. 36
- จ. 40

46. นายสมจิตต้องการพิสูจน์ว่า "คินบริเวณ ก เหมาะที่จะปลูกกุหลาบมากกว่าคินบริเวณ ข" เขาจึงทำการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

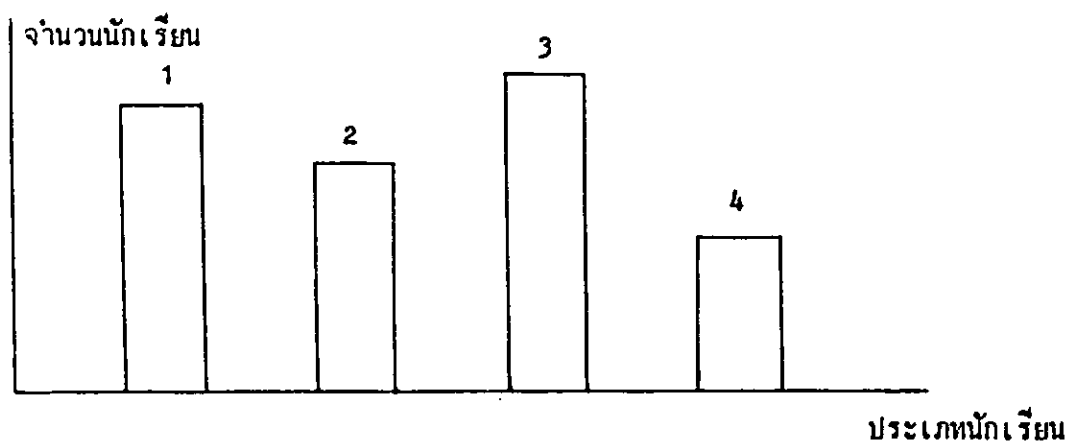
1. นำคินบริเวณ ก และบริเวณ ข ปริมาณเท่ากันใส่ในกระถางที่มีลักษณะเหมือนกันและขนาดเท่ากัน
2. ปลูกกุหลาบในกระถางทั้งสองกระถางละ 1 กิ่ง โดยกิ่งกุหลาบทั้งสองมีขนาดเท่ากัน ลักษณะและความสมบูรณ์เหมือนกัน
3. พ่นยาฆ่าเชื้อราชนิดเดียวกันในบริเวณเท่ากันกับต้นกุหลาบทั้งสองต้น
4. ปิดหน้าคินด้วยกาบมะพร้าวเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำทั้งสองกระถางเหมือนกัน
5. วางกระถางทั้งสองไว้ในบริเวณเดียวกัน
6. รดน้ำทั้งสองกระถางในปริมาณที่เท่ากันทุกวัน
7. นับจำนวนใบวัดเส้นรอบวงบริเวณโคนต้นและวัดความสูงของกุหลาบทั้งสองต้นทุก 2 วัน ในเวลาเดียวกัน

จากขั้นตอนการทดลองดังกล่าว อยากทราบว่า ขั้นตอนใด ไม่จำเป็น ต้องทำการทดลองก็ได้

- ก. ขั้นที่ 2
- ข. ขั้นที่ 5
- ค. ขั้นที่ 7
- ง. ขั้นที่ 3 และ 4
- จ. ขั้นที่ 5 และ 7

47. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ขอบเขตต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยไม่เท่ากันจะต้องทำอย่างไร
- ใส่ของเหลวชนิดเดียวกันลงในภาชนะ 2 ใบ ในบริเวณที่เท่ากัน
 - ใส่ของเหลวชนิดเดียวกันในปริมาณที่ต่างกันลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน
 - ใส่ของเหลวชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากันลงในภาชนะขนาดเท่ากัน 2 ใบ
 - ใส่ของเหลวต่างชนิดกันในปริมาณที่เท่ากันลงในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน 2 ใบ
 - ใส่ของเหลวต่างชนิดกันในปริมาณที่แตกต่างกันลงในภาชนะที่มีลักษณะและขนาดต่างกัน
48. นักเรียนคนหนึ่งทดลองของเพาะเมล็ดถั่วในกระป๋องขนาดเท่ากัน 3 ใบ ซึ่งบรรจุดินร่วน ทราย ดินเหนียว ไว้อย่างละครึ่งกระป๋อง แต่ละกระป๋องมีถั่ว 10 เมล็ด แล้วรดน้ำกระป๋องละ 10 ลบ.ซม. ทุกวัน ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดด แล้วสังเกตดูต้นถั่วเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองดังกล่าว อยากทราบว่าเขาค้นคว้าการศึกษาสิ่งใด
- แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ด
 - เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ความสำคัญของน้ำต่อการงอกของเมล็ด
 - ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
49. นำน้ำมันก๊าดและแอลกอฮอล์ ใส่ลงในภาชนะฝาปิดขนาดเท่ากัน ปริมาณเท่ากันแล้ววางทิ้งไว้ประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์เหลืออยู่น้อยกว่าน้ำมันก๊าด จากการทดลองนี้จะสรุปได้อย่างไร
- ของเหลวทุกชนิดจะมีการระเหย
 - แอลกอฮอล์ได้รับความร้อนมากกว่าน้ำมันก๊าด
 - ของเหลวสามารถระเหยได้ดีในวันที่มีอากาศร้อนจัด
 - น้ำมันก๊าดได้รับความร้อนจากอากาศได้มากกว่าแอลกอฮอล์
 - ของเหลวต่างชนิดกันมีความสามารถในการระเหยได้แตกต่างกัน

50. จากกราฟแสดงผลการสำรวจนักเรียนที่ถนัดมือขวาและมือซ้าย



1 แทน เด็กชายที่ถนัดมือขวา

2 แทน เด็กชายที่ถนัดมือซ้าย

3 แทน เด็กหญิงที่ถนัดมือขวา

4 แทน เด็กหญิงที่ถนัดมือซ้าย

จากกราฟจะสรุปเกี่ยวกับนักเรียนในห้องนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะอย่างไร

ก. ส่วนใหญ่เป็นเด็กชาย

ข. ส่วนใหญ่เป็นเด็กหญิง

ค. ส่วนใหญ่เป็นเด็กที่ถนัดมือขวา

ง. ส่วนใหญ่เป็นเด็กที่ถนัดมือซ้าย

จ. เป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากัน

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายสมบุรณ์ กะการดี

เกิดวันที่ 7 เดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2505

สถานที่เกิด อำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 193 หมู่ 9 ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
32000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนศรีไผทสมันต์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ประวัติการศึกษา

- | | |
|-----------|---|
| พ.ศ. 2524 | เตรียมอุดมศึกษา (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนสุรวิทยาคาร |
| พ.ศ. 2526 | ป.กศ.สูง (วิชาเอกวิทยาศาสตร์) จากวิทยาลัยครูสุรินทร์ |
| พ.ศ. 2529 | ศษ.บ. (เอกมัธยม กลุ่มการสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช |