

การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามค้างท้าย

ปริญญานิพนธ์

ของ

สมสมัย สมทรัพย์

๒๕๓๐
๒๕๓๐

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน ๒๕๒๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

161574

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

.....กรรมการ

.....ประธาน

.....กรรมการ

.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ อาจารย์อาวุธ วัฒนสิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพมูลย์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ อาจารย์นพพร จิตการุณ อาจารย์สุนันทา สังเกตชน อาจารย์สุวิทย์ อุไรมาลย์ อาจารย์สมพันธ์ อินทรวง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขแผนการสอนและแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เอกจิตรา ชูสกุลชาติ ผู้อำนวยการโรงเรียน เจ้าพระยาวิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลองและขอขอบพระคุณอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม อาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์และนักเรียนโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ร.ท.อำนวย สมทรัพย์ ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ร.ท.อนันต์ วรรณโสภา ที่ให้ความช่วยเหลือในการโรเนียวแบบทดสอบจนสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ทุกท่านที่วางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัย

สมสมัย สมทรัพย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
- ภูมิหลัง	1
- ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
- ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
- ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
- นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้	13
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	25
เอกสารเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของคำถาม	28
เอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถาม	35
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	41
เอกสารเกี่ยวกับการสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	48
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	57
งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม	62
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	71
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	77

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	78
	ประชากร	78
	กลุ่มตัวอย่าง	78
	เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	78
	วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง	79
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
	แบบแผนการวิจัย	85
	วิธีดำเนินการทดลอง	86
	การวิเคราะห์ข้อมูล	87
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	87
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	89
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	89
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	89
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	100
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	100
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	100
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	101
	การวิเคราะห์ข้อมูล	102
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	103
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	104
	ข้อเสนอแนะ	114
	บรรณานุกรม	117
	ภาคผนวก	130

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย	85
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	90
3	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับแล้วเป็นรายคู่	91
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	92
5	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับแล้วเป็นรายคู่	93
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง	94
7	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดที่ปรับแล้วเป็นรายคู่	95
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของ กลุ่มตัวอย่าง	96
9	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นในการคิดที่ปรับแล้วเป็นรายคู่	97
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง ...	98

11	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	
	ด้านความคิดริเริ่มที่ปรับแล้วเป็นรายคู่	99

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	18
2 แสดงการแยกประเภทคำถามตามแบบของ Cunningham	33

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์มาก ตลอดจนมีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาประเทศให้เจริญรุ่งเรืองเป็นอย่างยิ่ง จะเห็นได้จากประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงมักจะกลายเป็นประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการศึกษา ด้านการคมนาคม ด้านสาธารณสุขและด้านอื่น ๆ อันก่อให้เกิดความสุขแก่ประชาชนของประเทศนั้น ๆ ดังนั้นประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายรวมทั้งประเทศไทยก็ได้พยายามนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศด้วย (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 98)

การที่จะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาประเทศได้นั้น จะต้องให้คนมีคุณภาพดี นอกจากจะต้องให้คนมีความรู้แล้ว ก็จะต้องทำให้คนสามารถหาความรู้ สามารถคิด มีความคิดสร้างสรรค์และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลให้ทันกับความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่การเรียนการสอนในประเทศไทยเท่าที่ผ่านมาเน้น การเรียนการสอน เนื้อหา หลักสูตร การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาเน้นหนักในเรื่องท่องจำมากกว่าในเรื่องการคิดหาเหตุผลและการค้นคว้าด้วยตนเอง (วรรณดี วรรณศิลป์ 2522 : 1)

เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว รัฐบาลได้เห็นความสำคัญจึงได้เปลี่ยนแปลงหลักสูตรใหม่และประกาศใช้หลักสูตรใหม่ทั่วประเทศในปีพุทธศักราช 2521 สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นได้ระบุจุดหมายข้อ 2 ไว้ว่า "เพื่อให้ให้นักเรียนมีนิสัย ใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด และวิเคราะห์อย่างมีระเบียบการและมีความคิดสร้างสรรค์" (กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 2) ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูวิทยาศาสตร์จะต้องรับภาระหนัก

ในการปลูกฝังสมรรถภาพในด้านการคิด จะต้องให้เด็กเป็นคนคิดเป็นและคิดเก่ง (สุวัจน์ นิยมคำ 2517 : คำนำ) ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเน้นเฉพาะเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่จะต้องให้สอดคล้องกับปรัชญาและวิธีแสวงหาความรู้ อันได้แก่ กระบวนการที่มีระบบนำไปสู่การคิดค้นคว้าหาความรู้ใหม่และก่อให้เกิดแนวความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้การฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ปลูกฝังให้มีนิสัยใฝ่ถามเพื่อสืบเสาะหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ยังเป็นสมบัติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้อีกด้วย (นงนุช วรรณวาทะ 2514 : 1)

หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย จึงเปลี่ยนแปลงจากเน้นเนื้อหาวิชามาเน้นที่กระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้รับผิดชอบซึ่งมีภาระกิจหลักคือ การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียน วิธีการเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล ตลอดจนอุปกรณ์การสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันจึงมีความมุ่งหมายหลักก็คือ ความต้องการมุ่งพัฒนาทั้งด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (จริยา สุจารีกุล 2521 : 1)

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถฝึกฝนให้นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ นিকা สะเพียรชัย (นิคา สะเพียรชัย 2518 : 21) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการวิทยาศาสตร์แบบหนึ่ง ซึ่งนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ วิธีสอนแบบนี้เน้นหนักในด้านการกระบวนการ (Process) เป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และคิดอย่างมีเหตุผล กิจกรรมที่สำคัญของการสอนแบบนี้คือ การทดลองและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน สำหรับการอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างยิ่ง ผู้สอนจะต้องอาศัย

ความรู้ในการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดการสืบเสาะ
มองเห็นปัญหาและเกิดแนวความคิดที่จะศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญ
ประการแรกของการแก้ปัญหาตามวิธีการวิทยาศาสตร์ (อนุกรรมการพัฒนาการสอนและ
ผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 115 - 116) ดังที่ คาริน และ ซันด์
(Carin and Sund. 1975 : 113) ได้กล่าวว่า หัวใจของการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์โดยการค้นคว้าคือ การใช้คำถามที่เหมาะสมซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการ
วิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบและ บลอสเซอร์ (Blosser. 1975 : 2) ได้
เสนอแนะว่าครูควรจะเรียนรู้ว่า จะใช้คำถามให้เหมาะสมอย่างไร ถ้าปรารถนาจะ
สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้คำถามของ
ครูจะเป็นตัวการที่สำคัญ สามารถน่านักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการพัฒนาคนให้คิดเป็น
ซึ่งจะสามารถพัฒนาไปสู่เป็นคนมีความคิดสร้างสรรค์

การที่จะทราบว่าหลักสูตรที่ใช้จะบรรลุตามจุดมุ่งหมายหรือไม่นั้น จำเป็นต้องมี
การประเมินผล การใช้หลักสูตรเสมอ จากการวิจัยของสำนักทดสอบทางการศึกษา กรม
วิชาการ ได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา พละนาถัย
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ เมื่อปีการศึกษา
2523 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกวิชาต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม
และในปีการศึกษา 2525 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษาได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ในวิชาต่าง ๆ ดัง
ข้างต้น โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันกับสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ พบว่า
ได้ผล เช่นเดียวกันและคะแนนเฉลี่ยทั้งสองครึ่งของแต่ละวิชาใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะวิชา
วิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 17.91 คะแนนจากคะแนน
เต็ม 40 คะแนน (หน่วยศึกษานิเทศก์ 2527 : 75 - 77)

โยชิน ศรีโสภ (โยชิน ศรีโสภ 2524 : 66) ได้ทำการวิจัยการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์
พุทธศักราช 2521 พบว่า นักเรียนแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การคิดค้นคว้าหาคำตอบ

น้อยที่สุด ในทำนองเดียวกันจากการวิจัยของ ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 64) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนตามหลักสูตร แบบกำหนดแนวทางมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำกว่านักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง แสดงให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาจกล่าวได้ว่ายังไม่บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดในระดับที่สูงได้ ซึ่งส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าที่คาดหวังไว้ และจะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาสูงขึ้นได้ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความเห็นว่าอาจจะเป็นปัญหาที่เกิดจากตัวครู นักเรียน การเรียนการสอน หลักสูตร หนังสือเรียน หรือเกิดจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ พรทิพย์ ไชยโส (พรทิพย์ ไชยโส 2522 : 3) ได้กล่าวว่า การวิจัยถึงระดับการใช้คำถามของครูในสภาพการเรียนการสอนที่แท้จริงจะเปิดเผยให้ทราบว่านักเรียนได้รับโอกาสให้ฝึกกระบวนการคิด เพื่อให้เป็นผู้ที่รู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผลและได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สอดคล้องความมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่มากนักน้อยเพียงใด และผลจากการวิเคราะห์ "พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์" ของ พรทิพย์ ไชยโส (พรทิพย์ ไชยโส 2522 : 57) พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 4 ใช้คำถามด้านความรู้ในชั้นความจำมีความถี่สูงสุดถึง 53.78 เปอร์เซนต์ ชั้นความเข้าใจ 31.34 เปอร์เซนต์ ชั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า คิดเป็นอัตราส่วนของการใช้คำถามชั้นความจำ : ชั้นความเข้าใจ : ชั้นการวิเคราะห์, สังเคราะห์ และชั้นการประเมินค่าเท่ากับ 4 : 2 : 1 คำถามด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูทั้งสามระดับใช้คำถามนำไปสู่การสังเกตร้อยละ 37.11 ในทำนองเดียวกัน จากการวิจัยของ อรรพรรณ เลิศสังข์ (อรรพรรณ เลิศสังข์ 2524 : 135) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้คำถามระดับต่ำมากกว่าคำถามระดับสูง จากการวิจัยข้างต้น

แสดงว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ใช้คำถามในการเรียนการสอนเป็นคำถามแบบแคบมากกว่าคำถามแบบกว้าง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาว่า ถ้าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ใช้คำถามที่เน้นคำถามแบบกว้างให้มีจำนวนมากขึ้น จะทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้หรือไม่

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้านี้เป็นแนวทางที่จะปรับปรุงรูปแบบของการใช้คำถามในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ผลการศึกษารั้งนี้จะช่วยให้ผู้สอนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้คำถามในการเรียนการสอน และจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนสามารถเลือกใช้คำถามให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3. ผลการศึกษารั้งนี้จะเป็แนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้คำถามต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และจัดให้มีการอบรมครูเพื่อให้มีทักษะในการใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษารั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน รวม 135 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้ารั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.102) เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของสภานันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ใช้เวลาในการทดลองสามกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถาม
ต่างกัน ดังนี้

5.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง

5.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ

5.1.3 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแยกเป็น 3 ด้าน

5.2.2.1 ด้านความคิดลองในการคิด

5.2.2.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด

5.2.2.3 ด้านความคิดริเริ่ม

6. คำถามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยยึดการจำแนกคำถามตามแบบของ
คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 103) ซึ่งจำแนกคำถามออกเป็น
ดังนี้คือ

6.1 คำถามแบบแคบ (Narrow Questions) ซึ่งแบ่งออกเป็น
2 ประเภท คือ

6.1.1 คำถามความรู้-ความจำ (Memory - Cognitive
Questions)

6.1.2 คำถามเอกนัย (Convergent Questions)

6.2 คำถามแบบกว้าง (Broad Questions) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

6.2.1 คำถามอเนกนัย (Divergent Questions)

6.2.2 คำถามประเมินค่า (Evaluative Questions)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. คำถาม หมายถึง พฤติกรรมทางวาจาของผู้สอนตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน โดยให้นักเรียนตอบตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป คำถามที่ใช้ดังนี้

1.1 คำถามแบบแคบ หมายถึง คำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยผู้ตอบใช้ความคิดระดับต่ำในการตอบหรือแก้ปัญหา เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้ว รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ และวัดความเข้าใจหรือจับใจความของบทเรียน ได้แก่

1.1.1 คำถามความรู้-ความจำ เป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยใช้ความจำหรือประสบการณ์เดิมในการตอบ ลักษณะคำถามเกี่ยวกับ

1.1.1.1 ให้คำจำกัดความ

1.1.1.2 ให้ระลึกเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว

1.1.1.3 ให้ตอบใช่หรือไม่ใช่

1.1.1.4 ให้ระบุสิ่งที่ได้จากการสังเกต

1.1.1.5 ให้บอกชื่อและระบุสิ่งที่กำหนดให้

1.1.2 คำถามเอहनัย เป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยผู้ตอบต้องใช้ความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองหรือการเรียนมาแล้ว รวบรวมเป็นคำตอบ ลักษณะคำถามเกี่ยวกับ

1.1.2.1 การอธิบายให้เหตุผล

1.1.2.2 ให้บอกความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องของข้อมูล

1.1.2.3 ให้บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของ
สิ่งต่าง ๆ

1.1.2.4 ให้สรุปผลการทดลองหรือข้อมูลที่ได้อะไร

1.2 คำถามแบบกว้าง หมายถึง คำถามที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ
โดยผู้ตอบจะต้องใช้ความคิดระดับสูงมาใช้ในการตอบหรือแก้ปัญหา ได้แก่

1.2.1 คำถามอเนกนัย เป็นคำถามที่มีคำตอบเป็นไปไ้หลาย
คำตอบหรือหลายแนวทาง คำตอบนั้น ๆ ผู้ตอบยังไม่ได้ผ่านการเรียนหรือการทดลอง
มาก่อน โดยผู้ตอบต้องใช้ความรู้เดิมหรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาผสมผสานกันในการ
ตอบ ลักษณะการถามเกี่ยวกับ

1.2.1.1 การพยากรณ์ คือ ให้ทำนายผล เหตุการณ์
สิ่งที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่เป็นแนวทาง

1.2.1.2 การตั้งสมมุติฐาน คือ ให้ทำนายผลล่วงหน้า
โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ทำนาย

1.2.1.3 การลงความคิดเห็น คือ ให้อธิบาย หรือสรุป
หรือเพิ่มความึกเห็นส่วนตัวลงไปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัย
ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

1.2.1.4 การออกแบบการทดลอง คือ ให้วางแผนหรือ
ออกแบบการทดลอง

1.2.2 คำถามประเมินค่า เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบแสดง
ความคิดเห็นและตัดสินใจด้วยตนเองโดยอาศัยเกณฑ์ที่สร้างขึ้น ลักษณะคำถามเกี่ยวกับ

1.2.2.1 การตัดสิน คือ ให้พิจารณาตัดสินใจว่า สิ่งใดดี
หรือไม่คืออะไร

1.2.2.2 การบอกคุณค่า คือ ให้บอกวิธีการที่ดีที่สุด
ข้อสรุปที่ดีที่สุด สมมุติฐานที่ดีที่สุด ฯลฯ

1.2.2.3 การให้เหตุผล คือ ให้แสดงความคิดเห็นอย่าง
มีเหตุผลที่มีข้อสิ่งต่าง ๆ

1.2.2.4 การตัดสินใจเลือก คือ ให้ตั้งเกณฑ์พิจารณา
ตัดสินใจในการเลือกสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน ในการวิจัยนี้คือ

2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง หมายถึง
การสอนที่ครอบคลุม กิจกรรมการทดลอง และการอภิปราย ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้ทั้ง
ตัวความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนใช้คำถามแบบกว้าง 70 เปอร์เซ็นต์
ขึ้นไปของคำถามตามแผนการสอนทั้งหมดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการอภิปรายระหว่างครูกับ
นักเรียนมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

2.1.1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา โดยใช้รูปภาพ
แผนภูมิ หรือใช้คำถามทบทวนความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

2.1.1.2 ใช้คำถามในการอภิปรายที่เกี่ยวกับปัญหา

2.1.2 ขั้นตอนการทดลอง นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองตามที่กำหนด
ในหนังสือเรียน

2.1.3 ขั้นตอนการทดลองหลังการทดลอง เป็นการนำข้อมูลที่ได้อาก
การทดลองมาอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือ
ปัญหาข้างต้น แล้วสรุปเป็นความรู้ใหม่ และถามคำถามเพื่อนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์
ใหม่ที่เกี่ยวข้อง

2.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ หมายถึง
การสอนที่ครอบคลุมกิจกรรมการทดลอง และการอภิปราย ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้ทั้งตัว
ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนใช้คำถามแบบแคบ 70 เปอร์เซ็นต์
ขึ้นไปของคำถามตามแผนการสอนทั้งหมดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการอภิปรายระหว่างครูกับ
นักเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น เกี่ยวกับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง

2.3 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่ประกอบด้วยการกิจกรรมการทดลองและการอภิปราย ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้ทั้งตัว ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนใจคำถามตามที่กำหนดไว้ในหนังสือเรียน และคู่มือครูวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในการอภิปรายระหว่างครูกับ นักเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเช่น เกี่ยวกับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างและแบบแคบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวัดได้ จากคะแนนในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น และหาคุณภาพแล้ว ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คัพท กฏ หลักการ และทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ที่ความ ขยายความและแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง คัพท หลักการ กฏ และทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

3.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป

4. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถภายในตัวบุคคลที่จะคิดได้ หลายแง่หลายมุม เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุง

คัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

4.1 ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบใดคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

4.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

4.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิดและความยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหาโดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามด้าน โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาจาก สุมาลี กาญจนชาติรี และใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามของ สุมาลี กาญจนชาติรี (สุมาลี กาญจนชาติรี 2525 : 65 - 72)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา
ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 การจำแนกประเภทของคำถาม
- 1.4 การใช้คำถาม
- 1.5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.6 การสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 2.2 การใช้คำถาม
- 2.3 ความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่ก่อนที่ผู้สอนจะเลือกใช้วิธีการสอนแบบใดนั้น
จึงจะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในทางใดนั้น
ผู้สอนจะต้องทราบจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 มีจุดมุ่งหมายต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน
ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย

และสภาพแวดล้อม

จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรดังกล่าวข้างต้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จึงสรุปได้ว่ามีจุดมุ่งหมายที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาความรู้ มีเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาและมีความคิดสร้างสรรค์ โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ฉะนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมที่จะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว คือวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ มีผู้กล่าวไว้หลายท่าน ผู้วิจัยได้รวบรวมมาเพียงบางท่าน ดังนี้

ซุกแมน (วรารักษ์ ชัยโอภาส 2521 : 53 อ้างอิงมาจาก Suchman) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เป็นการฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry training) ให้นักเรียน

การฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น จัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานด้วยการทดลอง และตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครูและการตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้การเรียนรู้มีระเบียบวิธีแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ชุดแผน ได้กล่าวถึงผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถรับประสบการณ์ต่าง ๆ ได้มากกว่าเป็นไปตามความต้องการ ความอยากรู้อยากเห็น และเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐานและเหมาะสมกับอัตราความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แรงจูงใจสูงเพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระและกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาในด้านความรู้ความจริง และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นนามธรรม ที่นักเรียนสรุปด้วยตนเองด้วยเหตุผล ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ไว้ 2 ประการด้วยกันคือ

1. ความหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและเสาะแสวงหาความรู้ โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem - solving approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการ แยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประเมินตัดสิน ให้ความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบเคียงกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - solving approach) โดยระบุลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

สำหรับในประเทศไทย คร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 11) เป็นผู้ริเริ่มการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) ขึ้นในวงการการศึกษาไทย ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการแสวงหาความจริงเพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการค้นพบกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ แล้วนำกฎเกณฑ์นั้นมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์

สุวัตร นิยมคำ (สุวัตร นิยมคำ 2517 : 124 - 125) ได้ให้ความหมายและความสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบนี้จึงไม่ใช่เป็นการบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน แต่เป็นการสอนที่ยั่วยุคนักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนจะค้นพบความรู้เอง ตามวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ แล้ว จะเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ก็ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง การทดลองมีอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ของตนเอง
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนชวนให้คิดได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

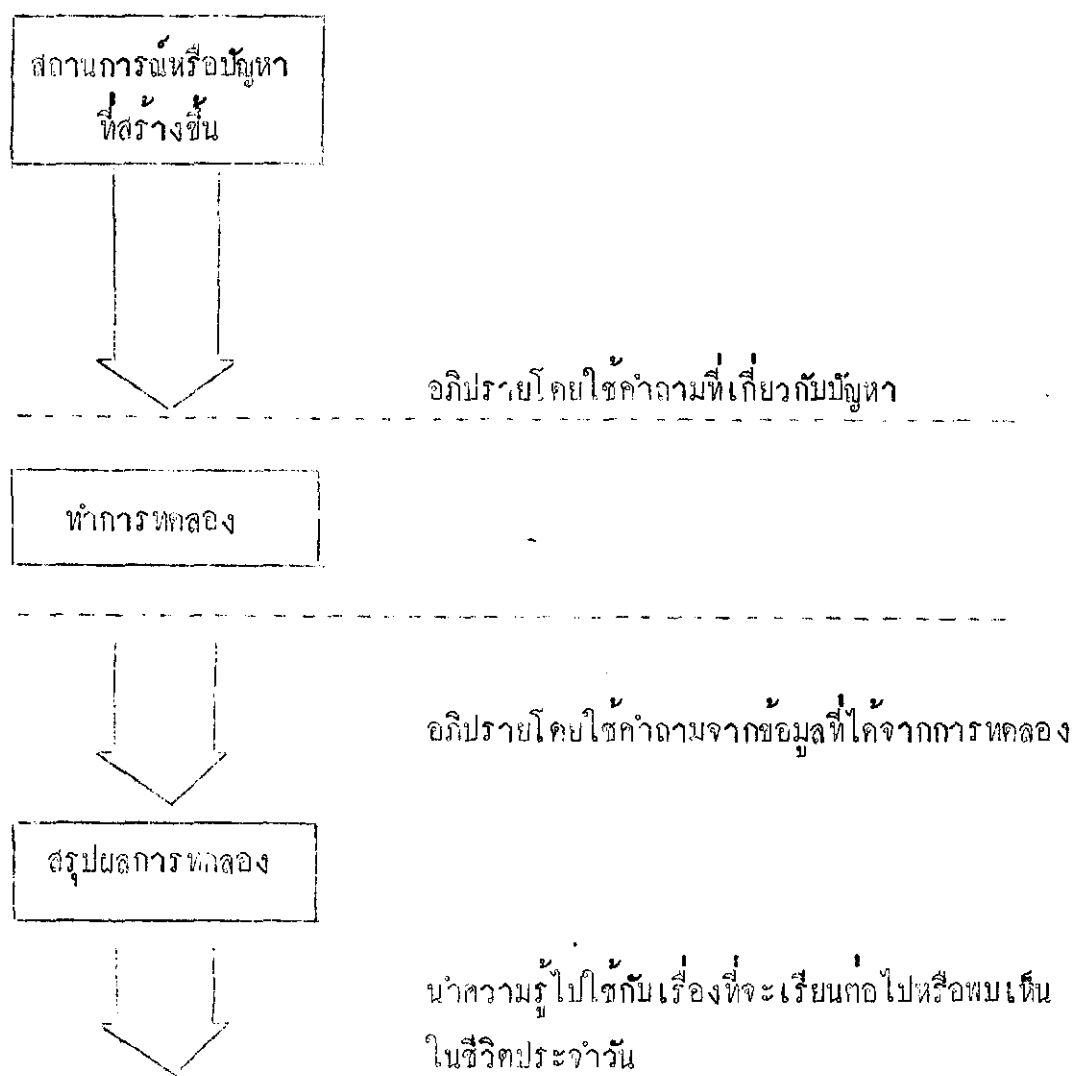
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน คือ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนลองนึกดูว่าเห็นคิดสงสัย และแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบ ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง

2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post - lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้อะไรหรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนลองนึกดูว่าเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ขอให้พิจารณาจากภาพประกอบ 1 (อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 115 - 118)



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมอภิปรายนำเข้าสู่การทดลองและการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายคำถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครูหรือถามนักเรียน

ด้วยตนเองก็ได้ นอกจากนั้น นักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่อง
ต่อ ๆ ไป หรือในชีวิตประจำวันได้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในลักษณะที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน
คิดและแก้ปัญหา ควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สามารถโยงเข้าสู่การทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา
ข้างต้น

การใช้คำถามต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาเป็นหลัก เป็นจุดของคำถาม
ที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน สามารถนำผู้เรียนสู่การคาดคะเนคำตอบและเป็นแนวทางของ
การออกแบบการทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และ
ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

เป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลองในประเด็นต่าง ๆ คือ
การออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการ
ทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการทดลอง

4. คำเนิการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง บันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน
โดยผู้สอนมีบทบาทให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่ม

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การใช้คำถามต้องใช้ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
เพื่อตอบปัญหาหรือแก้ปัญหาข้างต้น และเป็นคำถามที่ถามนักเรียนเพื่อฝึกให้นักเรียนนำความรู้
ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จะเห็นว่า ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไต่ถามมาข้างต้นจะประกอบด้วยขั้นที่สำคัญ ๆ คล้ายคลึงกันคือ ขั้นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ขั้นทำการทดลอง และขั้นสรุปผลแก้ปัญหา นำผลไปใช้ในชีวิตประจำวัน แตกต่างส่วนย่อย ๆ เท่านั้น และก็จะเห็นว่าการใช้คำถามเป็นส่วนที่สำคัญในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัจน์ นิยมคำ (สุวัจน์ นิยมคำ 2517 : 127) ได้กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ครูควรมีบทบาท 3 ประการคือ

1. ป้อนคำถามถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถามคือ จะต้องรู้ว่าถามอย่างไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิด นานครั้งครูจึงจะตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง ฟังระส่ำว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้คือ เป็นนักถาม แต่ไม่ใช่ผู้ตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังนึกวิธีการไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูจะเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว้านั้น

สสวท. ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ (สสวท. 2519 : 6 - 7)

1. ควรมีการเตรียมการล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเรื่องนั้นได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อตรวจสอบหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และรวมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาไว้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่คอยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างนอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบเองได้ ควรให้ความสนใจต่อคำตอบของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ครูจะได้หยิบยกมาอภิปรายทีหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้นอาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นคว้าหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจเพียงพอ จึงค่อยสรุป

7. ครูอาจนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิตหรือการให้คำอธิบายเพิ่มเติมมาใช้เมื่อมีความจำเป็นและในโอกาสที่เหมาะสม ในเมื่อวิธีการเหล่านั้นจะช่วยเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการ จึงทำให้การดำเนินบทบาทของครูในการสอนประสบความสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็น ได้แก่ (สสวท. 2520 : 4 - 5)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจปัญหา อขากรู้คำตอบ เกิดความสงสัย นักเรียนเป็นผู้มองเห็นปัญหา เกิด ความสงสัยอขากรู้คำตอบ 2. ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	1. การชักจูงใจ (โดยการถาม การสร้าง สถานการณ์และการใช้อุปกรณ์ชวนให้คิด ชวนให้สงสัย) 2. การใช้คำถามตามลำดับความคิดของการ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ แก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้ สร้างสมมุติฐาน ให้ออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ให้นำความรู้ไปใช้)
3. เมื่อนักเรียนคิดขัดข้องใด ครูไม่ใช่ เป็นผู้ให้คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ ขอนคำถามของนักเรียนในลักษณะที่ กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อโดยการถาม ขอนหรือชักชวนให้สงสัย	3. การตอบคำถามโดยการย้อนกลับหรือ ชักชวนให้สงสัย (ถามให้ใจความชัดเจน ให้ขยายความ ให้แสดงเหตุผล ให้แสดง หลักฐาน)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการตอน
นักเรียนคิดลึกซึ้งละเอียดขึ้น ในลักษณะที่วิเคราะห์เหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถสื่อความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียนและนักเรียนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนต่อและฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือเป็นไปได้ คำตอบที่นักเรียนต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือเกณฑ์ที่วางไว้ตัดสิน นักเรียนมีความรู้ลึกกว่าคำตอบ โดยความคิดของนักเรียนเองได้รับความสนใจ นักเรียนอยากจะทำคำตอบจากความคิด ประสมการณ์และความรู้สึกของนักเรียนเอง โดยไม่กลัวผิด ไม่ต้องกังวลว่าจะตอบถูกต้องกับ	4. การเสริมพลัง (โดยใช้วาจาหรือท่าทาง) แสดงการยอมรับการกระทำของนักเรียน การกล่าวชมการแสดง ความสนใจ กระตือรือร้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเหลือสิ่งที่ยากให้นักเรียนกำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง 5. การใช้คำถามแบบกว้าง มีคำตอบได้หลายอย่างและที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือที่วางไว้ตัดสินในการตอบ

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
ตำราหรือไม่ อยากคิดกว้างขวางขึ้น อยากคิดอะไรใหม่ ๆ มีความคิด สร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ 6. ครูพยายามให้นักเรียนมีความรู้สึกว่า การสืบเสาะหาความรู้ นั้น นักเรียน ได้มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบ คำถาม เป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้ เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสินใจนักเรียน รู้สึกว่ายูนิตนั้นเป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญหาและสามารถ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง 7. ครูให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่ สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชย ในแง่ที่นักเรียนได้รู้จักคิดอย่าง รอบคอบก่อนตัดสินใจ ทำให้นักเรียน แก้ปัญหาดีขึ้นและสามารถเก็บรักษา สิ่งที่คิด (ไว้ได้นาน)	6. การเสริมพลัง 7. การรอคำตอบ โดยให้เวลาคิด พอสมควร

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา และทำให้เกิดการพัฒนาความนึกคิด อันก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกความนึกคิดอย่างมีระบบนั้นเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skill)

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ซึ่งแต่ละท่าน ก็ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งที่เหมือนกันบ้างและแตกต่างกันไปบ้าง ผู้วิจัยจะได้กล่าวการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญในการวิจัยนี้เท่านั้น

สภามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมไว้ 13 ทักษะ เรนเดียวกับ ดังนี้ (สมจิต วัฒนไพฑูรย์ ม.ป.ป. : 66 - 69)

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในการวัดด้วย

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความหมาย ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก การลบ คูณ หหาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว จากนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนโคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้า ก่อนการทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้จากประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลองให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้น ๆ หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ การใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และบางกรณีอาจรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมมุติฐานใหม่ เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มีความจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน แล้วทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้คำถามของครู (สสวท. 2520 : 8 - 10)

จากเอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะให้ผู้เรียนได้

เกิดพฤติกรรมทางความรู้ และความคิดแล้วยังต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาพฤติกรรม ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย เพื่อนำไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ต่อไป และจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะพัฒนาให้เกิดความรู้ ความคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึก กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจก็คือการใช้คำถามของครู ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการ ศึกษาพฤติกรรมทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การ แก้ปัญหาและสามารถพัฒนาความคิด

เอกสารเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของคำถาม

เครื่องมือที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือการตั้งคำถาม คำถาม ที่ถูกต้องและเหมาะสมจะกระตุ้นให้นักเรียนสงสัย อยากรู้ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้การ เรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนจึงควรทราบถึงประเภท ของคำถาม และสามารถเลือกใช้คำถามที่จะนำไปสู่จุดประสงค์ตามต้องการ

การจำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในการสอนมีนักการศึกษาหลายท่านที่สนใจ เกี่ยวกับคำถาม ได้แบ่งประเภทของคำถามไว้หลายแบบ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง แบ่งเป็นพวก ใหญ่ ๆ ได้ 2 พวก คือ พวกที่ใช้คำตอบเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง และพวกที่ใช้จุดมุ่งหมาย ทางการศึกษาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

บลูม (Bloom. 1956 : 201 - 207) ได้จำแนกคำถามทางด้าน ความรู้ (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ประเภทตามลำดับการใช้ความคิดจากต่ำสุดไปหาสูงสุด คือ

1. คำถามชั้นความจำ (Memory) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว
2. คำถามชั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแปลความ คือความและขยายความ จากสื่อความหมายต่าง ๆ ผู้ตอบ จะต้องสามารถดัดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากหรือซับซ้อนให้เป็นสิ่งที่ย่อยขึ้นเพื่อสื่อความหมายให้ ชัดเจนขึ้น

3. คำถามขั้นการนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องราวที่เรียนรู้ไปแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือปัญหาใหม่ที่ยังไม่เคยประสบมาก่อน

4. คำถามขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแยกเรื่องราวหรือแยกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่า ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง และส่วนย่อยนั้นมีส่วนใดที่สำคัญและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร

5. คำถามขั้นการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในการรวบรวมหรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวม โดยที่ส่วนรวมนี้จะมีแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่มีความชัดเจนและคุณภาพสูงกว่าเดิม

6. คำถามขั้นการประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว เหตุการณ์ บุคคล ความคิดเห็น และทัศนคติได้อย่างมีหลักเกณฑ์

คunningham (Cunningham. 1971 : 86 - 103) ได้ศึกษาการจัดประเภทคำถามของ Aschner และ Gallagher และแบ่งคำถามออกเป็น 2 แบบ คือ คำถามแบบแคบ (Narrow Questions) และคำถามแบบกว้าง (Broad Questions) ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้แยกย่อยออกเป็นแบบละ 2 ประเภทคือ

1. คำถามแบบแคบ เป็นคำถามที่ต้องการให้ใช้ความคิดในระดับต่ำ ต้องการคำตอบสั้น ๆ หรือเป็นการตอบเพียงแค่ว่าใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น คำถามแบบแคบนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นหรือทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือใช้ในการอธิบายบอกความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามคำถามแบบแคบนี้จะนำไปสู่การคิดในระดับที่สูงขึ้น อันตรายในการใช้คำถามแบบแคบนี้คือ การใช้มากเกินไปจะไปขัดขวางการพัฒนาความคิดในระดับสูงของเด็ก คำถามแบบแคบนี้แบ่งเป็น

1.1 คำถามความรู้-ความจำ (Cognitive - memory Questions) เป็นคำถามแบบแคบที่จำกัดคำตอบที่สุด เป็นการคิดในขั้นต่ำ คำตอบเป็นผลของความจำ

คำจำกัดความหรือความจำที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวข้อมูลต่าง ๆ ผู้ตอบคำถามได้ต้องอาศัยความจำหรือประสบการณ์เดิมในการตอบ ตัวอย่างเช่น

1.1.1 สสารคืออะไร

1.1.2 แมลงมีกี่ขา

1.1.3 น้ำบริสุทธิ์มีสมบัติอย่างไร

1.2 คำถามเอกนัย (Convergent Questions) จัดเป็นคำถามแบบแคบที่กว้างกว่าคำถามประเภทความรู้-ความจำ เพราะคำตอบที่ได้จะเป็นการรวมข้อความจริงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วจึงจะออกมาเป็นคำตอบ คำตอบที่ถูกต้องที่สุดมีเพียงคำตอบเดียว เด็กต้องใช้ความคิดในระดับสูงขึ้นเพื่อนำความจริงที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กันเพื่ออธิบายคำตอบด้วยคำพูดของตัวเอง ตัวอย่างเช่น

1.2.1 ทำไมจึงมีหยกน้ำเกาะรอบนอกแก้วที่ใส่น้ำแข็งไว้

1.2.2 เมื่อต้มน้ำบนภูเขาส่ง ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ ๑๖ องศาเซลเซียสได้อย่างไร

1.2.3 การต้มน้ำ การก่อไฟ การระบายสี ขบวนการใดเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. คำถามแบบกว้าง เป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ผู้ถามจะไม่สามารถเดาได้ว่าเด็กจะตอบอะไร เพราะคำถามนี้เป็นการดึงความคิดของเด็กออกมา คำถามแบบนี้จะทำให้เด็กเกิดความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์และการสรุปอ้างอิง รวมทั้งคำตอบที่แสดงความคิดเห็น การตัดสินใจและการแสดงความรู้สึก สำหรับคำถามแบบกว้างนี้จะไม่มีความถูกต้องที่สุด เมื่อครูใช้คำถามแบบนี้จะต้องให้เวลาเด็กในการคิดหาคำตอบมากกว่าคำถามแบบแคบ

คำถามแบบกว้างอาจใช้ในการกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักค้นคว้าในเนื้อหาวิชาให้ลึกซึ้งมากขึ้น หรือทำการทดลองให้มากขึ้น ช่วยพัฒนาให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) ใหม่ ๆ เกิดความคิด ความซาบซึ้งและเกิดทัศนคติที่ดี นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นและแนะแนวทางให้เด็กสนใจในประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ และสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ครูสามารถใช้คำถามแบบนี้ช่วยนักเรียนในการพัฒนาสติปัญญาให้เป็นผู้รู้จักที่จะรวบรวมข้อมูลและใช้ข้อมูลนั้น เพราะว่าคำถามแบบกว้างจะมีคำตอบที่ถูกมากกว่า 1 คำตอบ เด็กจะเลือกนิสัยที่จะเอาคำตอบหรือจำข้อความในหนังสือมาตอบครู แต่จะใช้ข้อความนั้น ๆ มาพัฒนาความคิดในระดับที่สูงขึ้น คำถามแบบกว้างนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 คำถามอเนกนัย (Divergent Questions) คำตอบของคำถามประเภทนี้ไม่มีการคาดคะเนล่วงหน้า เพราะเป็นการถามที่กระตุ้นความคิดของเด็กให้เด็กได้นำความรู้เดิมหรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาประกอบกันโดยใช้สมรรถภาพทางสมองด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือการสังเคราะห์ วิเคราะห์ การตั้งสมมุติฐาน และการสรุปอ้างอิง ดังตัวอย่างเช่น

2.1.1 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

2.1.2 สิ่งใดที่สำคัญที่มนุษย์ต้องการจากพืช

2.1.3 จะมีวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

ได้อย่างไรบ้าง

2.1.4 เมื่อได้น้ำบ่อมาด่างขาว ปรากฏว่ายังมีคราบสกปรกอยู่จากการสังเกตนี้ให้สรุปอะไรบ้าง

2.2 คำถามประเมินค่า (Evaluative Questions) คำถามชนิดนี้ต้องการคำตอบในลักษณะที่แสดงถึงการตัดสินใจ ตัดสินคุณค่าการเลือกโอกาสหรือการโต้แย้ง จัดเป็นคำถามในระดับขั้นที่สูงที่สุด เพราะทำให้นักเรียนได้เรียบเรียงความรู้ สร้างแนวความคิดและเลือกแนวความคิดไปใช้ มุ่งให้หาเกณฑ์ที่จะใช้ในการพิจารณาคุณค่า ตัดสินใจด้วยตนเองหรือใช้ในการเปรียบเทียบ ตัวอย่างเช่น

2.2.1 สมมุติฐานใดเหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับการทดลองนี้

2.2.2 ถ้านักเรียนต้องการแยกสารประกอบ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

2.2.3 จากคำตอบของเพื่อน เกี่ยวกับการป้องกันการสึกกร่อน และพัฒนาโดยลมและน้ำนั้น นักเรียนมีความเห็นว่าชัดเจนถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

บางครั้งการเลือกใช้คำถามก็มีวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ เช่น เราต้องการที่จะถามแบบให้มีการตัดสินใจเลือก แต่เป็นคำถามที่ถามความจำไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะคำถามที่เราใช้ในประโยคที่ถาม บางครั้งไม่สามารถที่จะสื่อให้ผู้ฟังเข้าใจได้ การที่จะสื่อให้เข้าใจตรงกันในชนิดของคำถาม สำคัญอยู่ที่การใช้คำในประโยคคำถาม เพราะการเปลี่ยนคำที่เป็นตัวแสดงคำถามนั้น จะทำให้การสื่อความหมายผิดไป คำถามแต่ละแบบมีคำถามที่ใช้ถามต่างกัน ดังต่อไปนี้

คำที่ใช้ในคำถามประเภทต่าง ๆ

คำถาม ความรู้ - ความจำ

1. บอกชื่อ (name)
2. ใช่, ไม่ใช่ (yes or No)
3. บอกคำจำกัดความ (define)
4. บอกสิ่งที่กำหนดให้ (designate)
5. บอกสิ่งที่สังเกตเห็น (indentify observe)
6. ถามให้ระลึก (recall)

คำถามเจกณัย

1. ถามให้อธิบาย ทำไม, เพราะเหตุใด (explain)
2. ให้ออกความสัมพันธ์ (state relationship)
3. ให้เปรียบเทียบความแตกต่าง (compare and contrast)

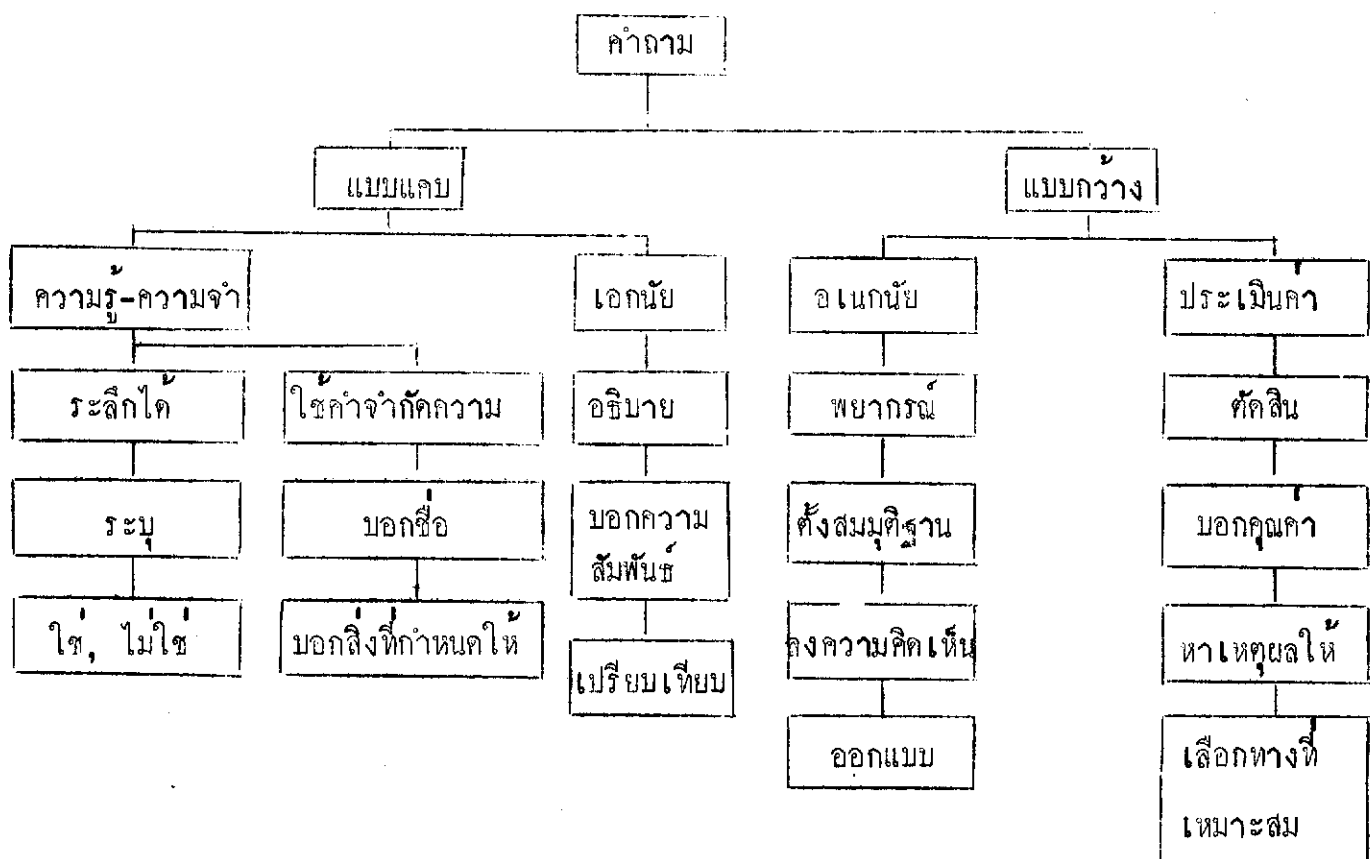
คำถามอนาคต

1. ให้อธิบาย (predict)
2. ให้ตั้งสมมุติฐาน (hypothesize)

3. ให้ลงความคิดเห็น (infer)
4. ให้ออกแบบ (reconstruction)

คำถามประเมินค่า

1. ให้ตัดสินใจ (judge)
2. ให้บอกคุณค่า (value)
3. หาเหตุผลให้ (defend)
4. ให้เลือกสิ่งที่เหมาะสม (justified choice)



ภาพประกอบ 2 การแยกประเภทคำถามตามแบบของ Cunningham

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จำแนกประเภทคำถาม ที่ครูใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 5 ประเภท ดังนี้ (ชงชัย ชิวปรีชา 2521 : 65-67)

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 รับรู้สิ่งที่ตนสังเกตแล้วบรรยายเป็นภาษาที่สื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ประกอบความรู้เดิมมาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์
3. คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้ความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจหาได้ในขณะนั้น
4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านสังเคราะห์ คือ นำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ปะติดปะต่อกันให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมุติฐานที่ต้องการได้
5. คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปดัดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่

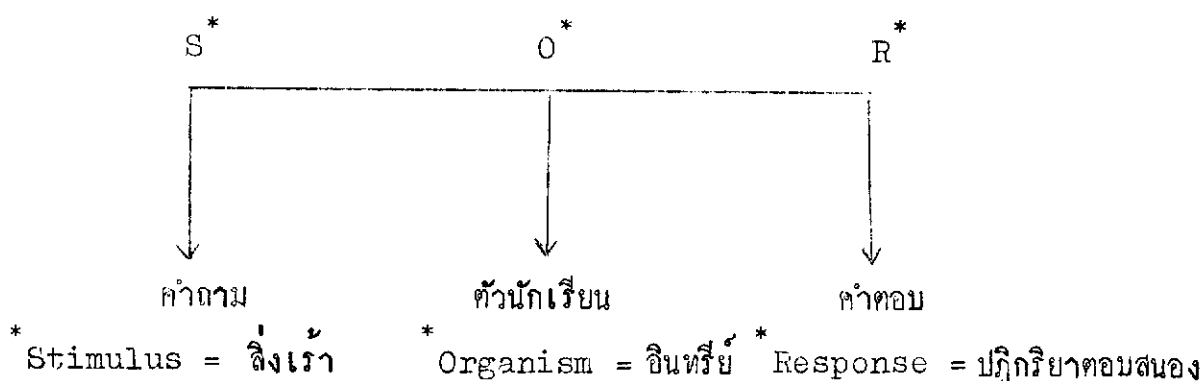
จากเอกสารที่เกี่ยวกับการจำแนกประเภทของคำถาม จะเห็นได้ว่านักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้จำแนกประเภทของคำถามไว้แตกต่างกันในส่วนที่ปลีกย่อยเท่านั้น แต่จะมีความคล้ายคลึงกันในส่วนใหญ่ ๆ ซึ่งพอจะสรุปได้เป็น 2 ลักษณะคือ คำถามประเภทที่ใช้ความคิดระดับต่ำตอบ กับคำถามประเภทที่ใช้ความคิดระดับสูงตอบ และเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดและคำจำกัดความของคำถามประเภทต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยมีความเห็นว่า จำแนกประเภทของคำถามเป็นแบบแคบและคำถามแบบกว้างตามการจำแนกของ คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 103) สามารถครอบคลุมพฤติกรรมการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ ได้กว้างขวางมาก และสามารถจัดระดับความคิดในการตอบคำถามได้เหมาะสม ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาประเภทคำถามของคันทิงแฮม และใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถาม

ครูจะเลือกใช้วิธีสอนแบบใดก็ตาม คำถามของครูย่อมมีความจำเป็นในการเรียนรู้ของนักเรียน การสอนในปัจจุบันส่วนใหญ่เพ่งเล็งที่จะให้เด็กคิดเป็น เราจะรู้ว่าเด็กคิดเป็นหรือไม่ต้องพิจารณาปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เรียนต่อสิ่งเร้า (คำถามของครู) เมื่อเป็นเช่นนั้นคำถามของครูย่อมมีบทบาทสำคัญที่จะกระตุ้นความคิดของนักเรียน

ถ้าเปรียบเทียบคำถามของครู และคำตอบของนักเรียนกับสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนองจะมีลักษณะดังนี้ (สายหยุด ขมานนท์ และคนอื่น ๆ 2521 : 164)

ผลผลิตทางความคิด



ดังนั้น สัมพันธภาพระหว่างครูและนักเรียนจึงมีความสำคัญที่ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถามระดับต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน

ฮันคินส์ (Hunkins. 1972 : 1) ได้ตระหนักความสำคัญของคำถามว่ามีบทบาทในการสอนของครู ดังนั้นจึงเขียนหนังสือขึ้นเล่มหนึ่งเกี่ยวกับยุทธวิธีและเทคนิคการตั้งคำถาม (Questioning Strategies and Techniques) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพด้านการตั้งคำถามของครู โดยสภาพทั่วไปการตั้งคำถามเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้มาตั้งแต่สมัยนักปรัชญาชาวกรีกคือ โซเครตีส (Socrates)

เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน และนักการศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ คำถามจึงกลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแสวงหาความรู้ โดยปกติคำถามจะมีลักษณะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific strategies and processes) คือ

1. ผู้ถามจะถามคำถามเพื่อกำหนดเหตุผลในการแสวงหาความรู้
2. ผู้ถามจะถามคำถามเพื่อนำทางในการแสวงหาความรู้และตั้งไคระห์

ข้อมูล

3. ผู้ถามจะถามคำถามเพื่อประเมินผลสรุปจากการแสวงหาความรู้

ในปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียกว่าวิธีสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) คำถามยิ่งมีบทบาทยิ่งขึ้น คำถามที่ดีจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดมองเห็นแนวทางที่จะคิดค้นคว้าหาคำตอบและสามารถหาคำตอบหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังที่ คารินและซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 23) ได้กล่าวว่า การใช้คำถามเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการเรียนการสอน ไม่มีเทคนิคใดที่ครูใช้บ่อยเท่ากับการใช้คำถาม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2520 : 2)

ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการถามคำถามในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. ช่วยนักเรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว
2. ตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่สอนไปหรือไม่
3. ช่วยกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน
4. เน้นในสิ่งที่ต้องการพูด
5. ควบคุมกิจกรรมในชั้นให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ
6. ประเมินผลการเรียนของนักเรียน
7. กระตุ้นให้เกิดการอภิปราย
8. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
9. ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักคิดและแก้ปัญหาต่าง ๆ

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (อุบลพงษ์ วัฒนเสรี 2522 : 24) ได้กล่าวว่า ถ้าครูมีทักษะในการใช้คำถามและนำคำถามที่เหมาะสมเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน ช่วยให้ครูได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้รู้พื้นฐานความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน
2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิด เกิดความอยากรู้ และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ช่วยในการพบพหุบทเรียนและสรุปบทเรียน ช่วยประเมินผลว่าการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจหรือไม่
4. ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการ เรียนรู้และรู้จักคิดค้นด้วยตนเองของนักเรียน
5. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิจารณ์ญาณให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดช่างถาม

จากเอกสารที่กล่าวข้างต้น การใช้คำถามในการเรียนการสอนเป็นวิธีการที่กระตุ้นนักเรียนได้เกิดการคิดค้นด้วยตนเอง พัฒนาความคิด สามารถนำไปคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองในชีวิตประจำวันและสามารถนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งหวังที่จะฝึกฝนให้นักเรียนเป็นผู้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้รู้จักแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดมากกว่าที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนโดยตรง

บทบาทของคำถามในการสอนให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองนั้นมี 3 ประการคือ (อนันต์ จันทรกีวี 2523 : 6)

1. นักเรียนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ (Active inquiry)
2. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ (Passive inquiry)

ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ (Combined inquiry)

แต่การที่จะให้ผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้อย่างแท้จริงนั้น จะกระทำได้โดยครูใช้คำถามที่เหมาะสม กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการค้นคว้าหาคำตอบนั้นเอง (Carin and Sund. 1975 : 113)

จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายอย่าง การสอนจึงจำเป็นต้องถามคำถามหลายประเภท การเน้นถามคำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนมาก ๆ จะทำให้นักเรียนเป็นเสมือนห้องเก็บข้อมูลเคลื่อนที่ ข้อเท็จจริงบางอย่างที่จำเป็นต้องใช้บ่อย ๆ และง่ายต่อการจดจำก็ควรเน้นให้นักเรียนได้จดจำเอาไว้ แต่การจะให้นักเรียนจดจำข้อเท็จจริงทุกสิ่งทุกอย่างนั้นย่อมเป็นไปไม่ได้ แต่ข้อสำคัญจะต้องระลึกไว้เสมอว่า การสอนที่ให้นักเรียนจำ มิใช่เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญมากกว่ามากนัก การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงเปลี่ยนจากเดิม ซึ่งพยายามจัดหาความรู้ให้นักเรียนเปรียบเหมือนภาชนะ คุกกี้มีหน้าที่ทรงความรู้ใส่ภาชนะ มาเป็นการสอนโดยฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนให้นักเรียนรู้จักรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล แปลความหมายจากข้อมูล ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง สร้างสมมุติฐาน ฯลฯ จึงเป็นเรื่องสำคัญมาก การถามคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่างเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยทำให้นักเรียนบรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการได้ (ธงชัย ชิวปรีชา 2521 : 8 - 10)

สรุปได้ว่า การใช้คำถามที่เหมาะสมในการเรียนการสอนที่จะพัฒนาความคิด และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นั้นคือ คำถามประเภทที่ให้ผู้ตอบใช้ความคิดระดับสูง และครูควรจะถามคำถามให้นักเรียนได้คิดบ่อย ๆ

เทคนิคการใช้คำถาม

การใช้คำถามในการเรียนการสอนจะให้ได้ผลขึ้นอยู่กับ การเลือกใช้คำถามและเทคนิคการใช้ ครูจะต้องใช้คำถามที่เหมาะสม คือ จะต้องทราบว่าถามอย่างไร จึงจะส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนอย่างมีระบบ ถามอย่างไรจึงจะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึง

เชลเดน (Shelden. 1980 : 5308-A) ได้ทำการวิจัยและเขียนคู่มือการประเมินผลด้วยตนเองในการถามคำถาม ได้เสนอแนะดังนี้

1. หยุดคอยอย่างน้อย 3 วินาทีหลังจากถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนมีเวลา
คิดตาม

2. หยุดคอยอย่างน้อย 3 วินาที ก่อนโต้ตอบต่อคำตอบของนักเรียน

3. หลีกเลี่ยงคำถามที่เป็นคำถามหลายปัญหา

4. หลีกเลี่ยงคำถามที่ไม่ชัดเจน

5. หลีกเลี่ยงคำถามซ้ำคำถาม

6. หลีกเลี่ยงการตอบคำถามของตนเอง

7. หลีกเลี่ยงการเรียกชื่อนักเรียนก่อนถามคำถาม

8. ใช้คำถามถามนักเรียน 2 คนหรือมากกว่านั้น

9. ถามคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

สุวัจน์ นิยมคำ (สุวัจน์ นิยมคำ 2517 : 155) ได้เสนอหลักในการถาม
ดังนี้

1. ก่อนจะถามควรจะถามตนเองก่อน ดังนี้

1.1 ฉันกำลังสอนอะไร

1.2 สิ่งไหนกำลังสอนจะบรรลุผลโดยใช้คำถามหรือ

1.3 ถ้าต้องใช้คำถามจะใช้ประเภทไหน

1.4 เมื่อถามเด็กแล้ว ฉันจะทำอย่างไร เมื่อเด็กตอบแล้วฉันจะทำ

อย่างไร

2. จงใช้คำถามแต่น้อยเท่าที่จำเป็น ควรเป็นคำถามกระตุ้นให้เด็กคิด ให้
เด็กขยายความคิดคำถามแบบกว้างแบบแคบควรให้ได้สัดส่วนกัน ในการถามควรทิ้งเวลา
ให้เด็กคิดเล็กน้อยราว 5 วินาที

3. เมื่อถามแล้วต้องให้เด็กตอบกระจายกันไป เปิดโอกาสให้เด็กทุกคนได้ตอบ

4. เมื่อถามแล้วไม่ควรทวนคำถาม

5. เมื่อเด็กตอบคำถามแล้วอย่าทวนคำตอบเด็ก ถ้าตอบถูกควรชมเชย

6. ควรให้เด็กตั้งคำถามตามครูบ้าง

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (อุบลพงษ์ วัฒนเสรี 2522 : 25 - 27) ได้เสนอว่า ข้อควรคำนึงในการใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพ มีหลักดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการสอน ครูต้องถามตัวเองก่อนว่าเด็กเรียนเพื่อวัตถุประสงค์อะไร

2. การทิ้งช่วงเวลาให้คิด ก่อนที่จะเรียกชื่อให้นักเรียนตอบ

3. การให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้หลายคน คำถามควรเป็นคำถามที่เปิดกว้าง

4. เมื่อนักเรียนตอบไม่เพียงพอ ครูควรถามคำถามซ้ำหรือเพิ่มเติมคำถามให้ชัดเจน

5. การให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมมาตอบคำถาม

6. การให้รางวัลชมเชยเมื่อนักเรียนตอบถูก

อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 92 - 94) ได้เสนอ ลักษณะคำถามที่ดีในการสอนวิทยาศาสตร์และวิธีการถามที่ดี ดังนี้

ลักษณะคำถามที่ดี

1. ต้องใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวม เจาะจง

2. ต้องเป็นคำถามให้คิด ทำหายและยั่วให้ตอบ โดยเป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้จินตนาการหรือความคิดใหม่

3. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในขณะเดียวกัน

4. ไม่ควรตั้งคำถามเชิงนิเสธ

5. ต้องมีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับระดับชั้นที่เรียน

วิธีการถามที่ดี

1. การถามควรให้เวลานักเรียนพอประมาณ นักเรียนจะได้คิดคำตอบได้ทัน
2. ผู้สอนควรให้ความสนใจและตอบสนองคำตอบของนักเรียน
3. ไม่เรียกชื่อนักเรียนก่อนตั้งคำถาม
4. ถามคำถามจากง่ายไปหายาก
5. น้ำเสียงและกิริยาท่าทางของผู้ถามชวนให้สนใจ
6. ไม่ควรให้นักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น
7. พยายามถามให้ทั่วทั้งชั้น อย่าถามเรียงลำดับชื่อหรือที่นั่ง
8. ไม่ทวนคำถามหรือคำตอบ
9. เมื่อนักเรียนตอบถูกควรให้คำชมบ้าง
10. หลีกเลี่ยงที่จะชี้แนวทางหรือคำตอบให้นักเรียนทันที หลังจากที่ได้ถามแล้ว
11. หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนคำถามบ่อย ๆ เมื่อต้องการคำตอบอย่างเดิม

จากความสำคัญของการใช้คำถามและเทคนิคการใช้คำถาม พอสรุปได้ว่า การใช้คำถามเพื่อที่จะฝึกให้นักเรียนคิดเป็นได้นั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของคำถามและเทคนิควิธีการใช้คำถามให้เข้าใจแจ่มแจ้งก่อน และควรมีการเตรียมคำถามตามลำดับขั้นตอนไว้ในใจก่อนที่จะถามด้วย จึงจะทำให้การถามแต่ละครั้งมีประโยชน์ และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดได้ ครูจึงควรรู้จักใช้คำถามให้เหมาะสมกับบทเรียน และขั้นตอนในการเรียนการสอน และจะช่วยให้ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้คำถามเพื่อค้นคว้าหาความรู้ อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นสอดคล้องกับนักการศึกษา จึงสนใจเกี่ยวกับการใช้คำถาม

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์" ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้พยายามให้ความหมายไว้มากมาย ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

วอลเลซ และ โคแกน (Wallach and Kogan. 1965 : 13 - 20) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นความคิดโยงสัมพันธ์ได้ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์คือ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา ก็นึกถึงกระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะ แก้ว เป็นต้น คิดได้มากเท่าไร ก็แสดงถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลจะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์ว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมุติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมุติฐานนั้น (Testing questions)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐาน (Communicating the results)

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการตั้งประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกเนื้อหาที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำ ก็หมายถึงว่าเป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงเป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

ดีวีโต (Deveto. 1971 : 208) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงกระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างสิ่งใหม่ ๆ

แมคแคนเคส (Mc Gendless. 1973 : 216 - 217) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมทั้ง เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการคือ ความสามารถในการคิดที่ซับซ้อน สามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมุติฐานและรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังได้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการคือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการณ์อย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน
5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือการมีความคิดได้หลายแง่หลายมุม กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การมีความคิดแบบอเนกนัย

บุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่ 2521 : 15) ได้ให้ความหมายของ ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถในการคิดคัดแปลงหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีรูปร่างใหม่มีหน้าที่ใหม่หรือใช้ในแง่ใหม่ที่มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ริเริ่มคือความคิดที่อยู่ในสมองสร้างสรรค์คือการกระทำที่อยู่ในมือ

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (นิพนธ์ จิตต์ภักดี 2523 : 19) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการคิด การกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์และประดิษฐ์ขึ้น

กิลฟอร์ด (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 9 - 13 อ้างอิงมาจาก (Guiford. 1968) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of intellect) โครงสร้างทางสติปัญญาคือ ความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย 3 ประการคือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents)
2. ด้านวิธีการคิด (Operation)
3. ด้านผลผลิต (Products)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในวิธีการคิด ซึ่งประกอบด้วย 5 ประการ คือ

1. รู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. การจำ (Memory) หมายถึงความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ
3. การคิดแบบอบเนกนัย (Divergent thinking) หมายถึงความสามารถทางสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลาย ๆ แนวทาง
4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึงความสามารถของสมองที่จะสรุปหรือถึงข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูลหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดีหรือไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent thinking) นั้น กิลฟอร์ดกล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และพบว่าองค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบอบเนกนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบอบเนกนัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์และระบบ
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือคัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวกและการแปลงรูป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งที่ยังเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ รอบคอบ (Elaboration) หมายถึงความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดง ความหมาย

หลักของความคิดของ กิลฟอร์ด (เพอร์วี่ ทักชิน 2523 : 13 อ้างอิงมาจาก Guilford, 1968) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิดคือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา
2. ความคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำ การประพันธ์ที่เป็นผลของความคิด ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

พิลทซ์ และ ซันด์ (ดูปรียา ลาเจียก 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายเช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ แต่แตกต่างกันเล็กน้อยคือ ความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้แก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยบุคคลนั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การแก้ปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้ เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเน้นถึงผลผลิตที่มีคุณค่าซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้งอีกด้วย

สุปรียา ลำเจียก (สุปรียา ลำเจียก 2522 : 5 - 6) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในตัวนักเรียนที่แสดงออกในเรื่องความคิดหลาย ๆ แง่ หลาย ๆ มุมมากที่สุด เป็นการก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุง คัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปใหม่ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ผู้ที่คิดหาคำตอบได้ในลักษณะหลายแง่หลายมุม และไม่ซ้ำแบบใครจะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วรวดเร็ว
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมาย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบหลายวิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ทรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 9) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิด ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและเป็นการกระทำที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางค่านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ (Body of knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry)

ขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

จากการวิเคราะห์ของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และได้จัดลำดับขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ 2523 : 20)

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไป และความรู้เฉพาะ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาโดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้

1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดี และสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นเสมอ

1.2 การจำแนก หมายถึงกระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิด เป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบจะไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอื่นจะแวบขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว

3. ขั้นคิดออก (Illumination or Inspiration) เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือสามารถมองเห็นช่องทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นการพบทวน ตรวจสอบ ปรับปรุง ประเมินค่า วิธีการว่าใช้ได้หรือไม่ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่ 2521 : 16)

- ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ข้างต้น
- ขั้นที่ 2 ขั้นที่ผลผลิตออกมา
- ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์
- ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดให้เป็นนามธรรม

เอกสารเกี่ยวกับการสอนกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เดอ เซคโก (De Cecco, 1968 : 561) ได้เสนอผลการทดลองของ มอลซ์แมน (Maltzman) ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมที่ได้จากการเรียนรู้ บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เขาได้รับและ น้อมถึ จงพยุหะ (น้อมถึ จงพยุหะ 2518 : 142 - 145) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์

เป็นส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในกระบวนการเรียนรู้เป็นสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์นั้นจะพัฒนาได้ภายใต้การนำของครูที่ชำนาญ มีความรู้ความเข้าใจและสิ่งที่จะส่งเสริมการพัฒนาความสามารถด้านการสร้างสรรค์ คือ การจัดสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่ดี และเร้าให้นักเรียนแสดงออกทางสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยคำนึงถึงอิสระในการคิดและแสดงออก ซึ่งสอดคล้องกับที่ ซันด์ และ โทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) ได้กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Self direction) ได้ทำกิจกรรมการหลายอย่าง และได้ฝึกหัดคิดจะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ นอกจากนี้ วอสตัน (ซูมาลี กาญจนชาติ 2525 : 18 อ้างอิงมาจาก Washton. 1967) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนเพื่อพัฒนาความคิดเห็นของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาของหลักสูตรและวิธีสอน วิธีสอนควรจะเป็นแบบสืบสวนหรือการทดลองที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดในการสร้างสถานการณ์ การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูควรจะเป็นคนที่มีความยืดหยุ่น

โชติ เพชรชื่น (โชติ เพชรชื่น 2522 : 96) ได้กล่าวไว้ว่า หากอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ เขาก็จะมีคุณสมบัติเช่นนั้น กระบวนการฝึกและวิธีสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้หลายวิธี แต่ที่นิยมกันมาก ได้แก่ วิธีการระดมพลังสมอง การสอนแบบโครงการวิธีแก้ปัญหา นอกจากนี้มีผู้กล่าวถึงและใช้กันบ้าง ได้แก่ การฝึกโดยใช้แบบฝึกหัดปลายเปิด ซึ่งใช้คำถามในลักษณะที่สามารถให้คิดและตอบได้หลายแง่หลายมุม กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เด็กได้มีโอกาสคิดเพื่อค้นหาทายาทจินตนาการ

ซันด์ และ โทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 209 - 210) ได้รวบรวมผลงานทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนซึ่งมีผลต่อการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยม ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้กับทุกคนและทุกวัยในบางสิ่งบางอย่าง
 2. ความสามารถและการแสดงออก ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคนนั้นจะแตกต่างกัน
 3. ความอิสระเสรีในการสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญมากและจะมีผลต่อสุขภาพจิตด้วย
 4. เด็ก ๆ จะเรียนรู้ได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์เรียนรู้ที่อยู่ในภาวะสร้างสรรค์
 5. มีโรงเรียนบางโรงเรียนเท่านั้นที่ได้รับความสำเร็จในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 6. ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะไม่ค่อยได้คะแนนทางการเรียนสูง
 7. โรงเรียนเป็นแหล่งที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ จึงควรจัดสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียนเพื่อให้เด็กมีโอกาสแสดงความคิดสร้างสรรค์
 8. การใช้การเสริมแรงทางบวก (Positive reinforcement) มากเกินไปในชั้นเรียนอาจจะไปขัดขวางการตอบสนองซึ่งสร้างสรรค์ได้
 9. การให้เวลานานพอจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ และพบว่าชนิดของคำถามที่ใช้ถามนักเรียนสัมพันธ์กับการตอบสนองอย่างสร้างสรรค์ของเด็ก และยังขึ้นกับการให้เวลาในการตอบคำถามและการให้รางวัลด้วย
- กรมการฝึกหัดครู (กรมการฝึกหัดครู 2522 : 48) ได้เสนอว่า การสอนเพื่อปลูกฝังและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนมีดังนี้
1. เลิกบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูตลอดเวลา
 2. ส่งเสริมให้นักเรียนขำคิด ขำซักถามและสนองตอบต่อคำถามด้วยความสนใจ
 3. ตั้งใจตอบคำถามแปลก ๆ ของนักเรียน และนับถือความคิดแปลก ๆ ของนักเรียน
 4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและมีประโยชน์
 5. ยกย่องนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้กันว่ายู่เสมอ โดยไม่ใช่วิธีช่วยคะแนน
 7. กระตุ้นให้มีบุคคลิสร้างสรรคช่วยการ
 - 7.1 ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น
 - 7.2 เปิดโอกาสให้เด็กฝึกการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ลิ้มรส สูดดม ลิ้มรส ฟัง และพินิจพิจารณา
 - 7.3 ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จ ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง
 - 7.4 ขจัดความกลัว ความกลัวว่า แต่สร้างความเชื่อมั่นและความมั่นคงปลอดภัยแก่เด็ก
- ชาวังกักดิ์ หมิ่นจักร (ชาวังกักดิ์ หมิ่นจักร 2524 : 14 - 15) ได้กล่าวว่า วิธีการทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
1. พยายามศึกษาให้เข้าใจและรู้จักนักเรียนว่า เขามีความถนัด ความต้องการ ความสนใจและมีแนวโน้มของความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างไร เพื่อจัดการเรียนให้เหมาะสม
 2. เสนอปัญหาและเนื้อหาที่เหมาะสมกับพัฒนาการสติปัญญา
 3. ควรตระหนักถึงความสามารถและความสนใจของนักเรียนแต่ละคนว่า ชอบคิดแก้ปัญหาในแง่มุมเดียวหรือคิดหลายแง่มุม
 4. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล
 5. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ
 6. ควรสนใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นหลัก
 7. ควรนำเอาแนววัฒนธรรมทางการศึกษามาใช้
 8. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนควรมุ่งการเรียนรู้หลักการที่เป็นแก่นของวิชาอย่างแท้จริง

เคอ เคคโก (De Cecco. 1968 : 459) ได้กล่าวไว้ว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิดและความคิดริเริ่ม

ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหา ระดับสูง ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างอิงถึงข้อเสนอของ Getzels ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าว จึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหา น้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain Storming) การตั้งสมมุติฐาน การทดสอบสมมุติฐานและการอ่าน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 103 - 105) ได้กล่าวว่า เด็กจะสร้างสรรค์ได้ที่สุดในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ได้รับการยอมรับนับถือและอยู่ในภาวะที่เป็นประชาธิปไตย การไม่วัดผลจะทำให้เด็กพัฒนาอย่างเสรี เด็กจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคล โดยผลของความพยายามของแต่ละบุคคลจะได้รับการส่งเสริมด้วยการให้รางวัล นอกจากนี้ครูสามารถจัดทำโอกาสเพื่อให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์ได้โดยวิธีการสอนต่อไปนี้

1. ให้มีการแสดงออกทางด้านการริเริ่ม จัดหาวิธีการต่าง ๆ กันในการแก้ปัญหาให้เด็กทำการทดลอง หรือทำการมอบหมายด้วยตัวของเขาเอง ให้การยกย่องสำหรับการคิดริเริ่ม

2. จัดให้มีการอภิปรายแบบระดมพลังสมอง

3. ให้นักเรียนได้ฝึกตอบคำถามที่ต้องใช้ความคิดที่เหนือธรรมดา เช่น "นักเรียนคิดว่าอะไรจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าการหมุนของโลกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ดวงอาทิตย์ขึ้นสลับที่แต่ละครั้ง"

4. พยายามอ้างอิงถึงประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง
ด้วยการศึกษาค้นคว้าเช่นนี้ จะนำไปใช้ในการอธิบายวิธีการของการค้นพบได้

5. แสดงให้เห็นว่าการสร้างสรรค์นั้น เป็นวิธีของการคิดที่จะนำไปใช้ในการ
เรียนรู้ได้ในทุกสาขาวิชา เช่น ศิลปะ คณิต การอ่าน ภูมิศาสตร์และอื่น ๆ การถ้อยแถลง
นี้จะเป็นการเสริมความคิดสร้างสรรค์และจะย้อนกลับมาสู่วิทยาศาสตร์ได้

6. การคิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณและความแตกต่างของ
ประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดทำประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็น
ไปได้ แต่ไม่ควรจะจัดทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิด
ใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วอลสัน
และโรเมย์ (นฤมล บุศาคม 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Valson and
Romey) มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการทดลองที่เปิดกว้าง ซึ่งตรงกับ
ความคิดของ แมคคอร์แมค (Hill. 1976 : 72 citing Mc Cormack)
การศึกษาศาสตร์จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ที่ดีที่สุด เมื่อใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ (Inquiry teaching method) และแองค์เนย์ และ แซร์ (สุวิมล
ชอบทำกิจ 2522 : 22 อ้างอิงมาจาก Ankney and Sayre. 1975 :
23 - 25) กล่าวว่า "ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สำคัญมากในสาขาวิทยาศาสตร์ เพื่อ
จะทำให้เกิดการริเริ่มในสิ่งใหม่ ๆ" จากคำกล่าวนี้ ครูวิทยาศาสตร์จึงตระหนักว่า ตนมี
หน้าที่ที่จะพยายามที่จะสอนให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วอสตัน (Washton. 1967 : 220) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนควรมีโอกาสได้กระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ซักถาม ทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอธิบายและการ
ปฏิบัติการ

2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป

3. ได้เสนอความคิดเป็นกระบวนการ ถึงแม้ว่าเรื่องนั้น ๆ จะเป็นที่ยอมรับแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกเป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง

5. ใ้มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้

6. ให้การยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ราอูฟ (เบญจมาศ ชัญญวงค์ 2524 : 22 - 23 อ้างอิงมาจาก Raouf. 1974) ได้กล่าวว่า เทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ควรประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. คำถามหลายแง่หลายมุม
2. การสืบสวนสอบสวน
3. การคิดประดิษฐ์เครื่องมือทดลองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม
4. ให้เล่นเกมทางวิทยาศาสตร์
5. ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมุติ

พิลทซ์ และซันด์ (ประทุม ทองพูน 2522 : 15 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. 1968) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมีความแตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในการสร้างสรรค์
2. การจัดกิจกรรมการสืบสวน ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการ การริเริ่ม การตั้ง และทดสอบสมมุติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจและการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตร ยิ่งมีลักษณะในการสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการคัดแปลงและออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการทำงานเป็นคณะมาใช้ในการทดสอบ การประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอนที่สร้างสรรค์ได้

ฮิสเนอร์ (เบ็ญจมาศ วิทยุวงศ์ 2524 : 25 อ้างอิงมาจาก Hisner. 1968) กล่าวว่า ผู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีจิตใจมั่นคง มองเห็นปัญหาด้วยความคิดแบบวัตถุวิสัย (Objective manner)

2. เป็นมีอารมณ์ขัน

3. มีอุปนิสัยพิเศษ

4. มีความสนใจกว้างขวาง

5. มีจุดหมายและคำเน้นตามจุดมุ่งหมายนั้น

6. มีความสามารถทางการเรียนสูง

สมจิต สวชนไพบุลย์ (สมจิต สวชนไพบุลย์ 2527 : 30 - 34) ได้ประมวลสรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วๆ ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วๆ เพื่อเป็นสื่อนำไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหาหรือเพื่อให้เกิดความใคร่ที่จะเสาะแสวงหาความรู้ต่อไป

ลักษณะสถานการณ์ยั่วๆ อาจจะประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาทสมมุติ ฯลฯ

ลักษณะคำถามในสถานการณ์ปัญหา ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นคำถามนำไปสู่กระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. คำถามที่จะนำไปสู่ความคิดแบบอเนกนัย ผู้สอนควรใช้คำถามแบบกว้าง คือคำถามแบบมีคำตอบหลายทาง (Divergent Questions) และคำถามเกี่ยวกับการประเมินผล (Evaluation Questions)

3. คำถามที่นำไปสู่การคิดจินตนาการ โดยสร้างคำถามให้นักเรียนคิดในสิ่งที่ไม่เคยพบ สิ่งที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นไปไม่ได้ยาก เช่น ถ้านักเรียนออกไปนอกโลก นักเรียนจะเป็นอย่างไร

2. จัดกิจกรรมแบบระดับพลังสมองจะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายแนวทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นกิจกรรมให้คิดโดยการกระทำ

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จ เป็นการจูงใจภายในให้นักเรียนใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้

นอกจากครูต้องทราบและเข้าใจการเรียงการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว ครูจะต้องทราบและเข้าใจพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กอีกด้วย เปียเจต์ (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 25 - 26 อ้างอิงมาจาก Piaget, 1958) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งแบ่งเป็นขั้นต่าง ๆ ตามลำดับจากวัยเด็กถึงวัยรุ่นเป็น 4 ขั้น คือ

- | | | | |
|-----------------------|------|---------|----|
| 1. Sensory - motor | อายุ | 0 - 2 | ปี |
| 2. Preoperation | อายุ | 2 - 7 | ปี |
| 3. Concrete operation | อายุ | 7 - 11 | ปี |
| 4. Formal operation | อายุ | 11 - 15 | ปี |

เด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีอายุในช่วง 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการที่เรียกว่า Formal operation เด็กในวัยนี้มีความคิดดังนี้

1. ความคิดตั้งสมมุติฐาน และตั้งปัญหาที่จะต้องพิสูจน์ได้
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดของเขาได้
3. คิดดังเคราะห์ได้
4. คิดจินตนาการได้
5. คิดสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะนามธรรมได้
6. เข้าใจความน่าจะเป็นได้
7. สามารถตั้งคำถามทางศีลธรรมได้
8. เข้าใจสัดส่วน อัตราส่วนและการรวมกันของตรรกได้

เป็ยเจตจำนงให้เห็นว่า วัยรุ่นกำลังอยู่ในวัยที่จะพัฒนาความคิดอย่างนามธรรม (Formal) ดังนั้นครูจึงควรให้โอกาสเขาได้ใช้วิธีการคิดดังกล่าว ได้ตั้งสมมุติฐานการออกแบบ การทดสอบ การประเมินข้อมูล การคิดแบบอเนกนัยและการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

จากเอกสารข้างต้น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคในการสอนและองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ สภาพแวดล้อมในชั้นเรียน วิธีการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูในการสอน บรรยากาศในการเรียนการสอน บุคลิกภาพของผู้เรียน ลักษณะการใช้คำถามของครู ฯลฯ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการใช้คำถามในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีงานวิจัยจำนวนมาก ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแยกออกเป็นงานวิจัยในและนอกประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

／ สัมพันธ์ คัมภีร์ (สัมพันธ์ คัมภีร์ 2516 : 75 - 78) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาบุคลิกภาพ แรงจูงใจไปสู่สัมฤทธิ์ผลความคิดในการสร้างสิ่งกับและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2515 - 2516 ใช้เวลาศึกษา 2 ภาคเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ทดสอบก่อนและหลังการเรียน ผลพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว กลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา พิพย์เสนา (สัญญา พิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาคณะระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน เป็นกลุ่มควบคุม 33 คน ใช้การสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกัน อุทัย ชีวชนรักษ์ (อุทัย ชีวชนรักษ์ 2517 : 82 - 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษารุ่นปีที่ 1 วิทยาลัยครูจันทร์เกษม ปีการศึกษา 2516 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Passive inquiry) จำนวน 34 คน กลุ่มควบคุมสอนแบบเดิมจำนวน 33 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่า

กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

บังอร คิลนะชัย (บังอร คิลนะชัย 2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 45 คน ให้เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ 2 จำนวน 45 คน ใช้วิธีสอนแบบบอกให้รู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีบอกให้รู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรีชา กล่ำรัศมี (ปรีชา กล่ำรัศมี 2526 : 73 - 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุม 30 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้รวบยอดด้านการแบ่งประเภทความเข้มข้น และทางทฤษฎีและความคงทนในการเรียนทั้ง 3 ด้านของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและการพยากรณ์

กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
วิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา
2527 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น
ทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู
สสวท. ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ
ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แลค และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ศึกษา
ได้ศึกษาระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครู เพื่อดูผลการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีระดับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้อง นักเรียนที่เรียน
จากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะ
หาความรู้ทำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้ผลเช่นเดียวกันกับข้อสอบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูง
และข้อสอบทั้ง 2 ฉบับ

ในปีเดียวกัน นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษา
บทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ ใช้
วิธีสอนปรับปรุงมาจากการสอน Inquiry ของฮิลแมน โดยมีนักเรียนระดับเกรด 5
ในเมืองคีทรอยต์ จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี
และวัดความสามารถในการคิดทุก ๆ ปี รวม 3 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุม
ซึ่งไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์แบบ Inquiry ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 1962 กลุ่มทดลอง
มีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดแบบจำแนกประเภท คิดแบบโยงความสัมพันธ์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบสรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในปี ค.ศ. 1965 การคิดทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นมีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ใช้วิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบชี้แนะแนวทาง (Guide - inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository - text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน

ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า มีงานวิจัยที่ยืนยันว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบอื่น ๆ จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านความรู้ ความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตัวเองมีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เหมือนกันแต่จัดกิจกรรมและอุปกรณ์การสอนต่างกันก็ตาม จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และจากเอกสารที่ได้ศึกษามาแล้วข้างต้นเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านความคิด และสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถาม

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถามในประเทศไทยมีอยู่เป็นจำนวนน้อย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

นคร ทศนประสิทธิ์ผล (นคร ทศนประสิทธิ์ผล 2521 : 38) ได้ศึกษาความสามารถในการใช้คำถามสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงและครูประจำการที่ผ่านการฝึกอบรมตามหลักสูตร สสวท. ผู้วิจัยได้แบ่งคำถามเป็น 2 พวก คือคำถามที่ใช้ปัญหาชั้นต่ำ (คำถามชั้นการสังเกต, การอธิบาย) กับคำถามชั้นสูง (คำถามชั้นการตั้งสมมุติฐาน ขั้นตอนแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร และขั้นนำไปใช้) ผลการวิจัยพบว่า ทั้งกลุ่มนักศึกษาและครูประจำการ

มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้คำถามที่ใช้ปัญญาชั้นสูงในระดับต่ำ และคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้คำถามที่ใช้ปัญญาชั้นต่ำในระดับสูง ทำให้พิจารณาได้ว่าการสอนมีแนวโน้มที่จะใช้คำถามประเภทใช้ปัญญาชั้นต่ำมากกว่าคำถามประเภทใช้ปัญญาชั้นสูง

พรทิพย์ ไชยโส (พรทิพย์ ไชยโส 2522 : 57) ได้ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 4 พบว่า อัตราการใช้คำถามของครูชั้นความจำ : ชั้นความเข้าใจ : ชั้นการนำไปใช้, การวิเคราะห์, การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เท่ากับ 4 : 2 : 1 และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คำถามความจำ 53.78% ความเข้าใจ 31.34% และครูทั้ง 3 ระดับใช้คำถามไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ใช้คำถามในการเรียนการสอนประเภทที่ใช้ความคิดระดับต่ำหรือเป็นคำถามแบบแคบในความคิดที่สูงกว่าคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงหรือคำถามแบบกว้าง

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2523 : 113 - 115) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ของโรงเรียนมัธยมในส่วนกลาง ปีการศึกษา 2522 จำนวน 1237 คน ก่อนการทดลองได้เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มทักษะการใช้คำถาม ขณะที่สอน ส่งเอกสารการใช้คำถามให้ครูอ่านจำนวน 3 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจและด้านการนำไปใช้ หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนนักเรียนชั้น มศ.2 กับ ม.2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

จินตนา พุทธิพันธ์ (จินตนา พุทธิพันธ์ 2523 : 52 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ต่างระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 96 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 33 คน สอนโดยครูใช้คำถามระดับต่ำ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน

31 คน สอนโดยครูใช้คำถามในระดับสูง กลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน สอนโดยใช้คำถามตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำและคำถามตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ เลิศสังข์ (อรวรรณ เลิศสังข์ 2524 : 80 - 81) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2523 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิเคราะห์พบว่า การใช้คำถามในห้องเรียน ผลปรากฏว่าครูในกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้คำถามระดับต่ำหรือคำถามที่เป็นความรู้ ความจำ คำถามประเภทนี้มีถึงร้อยละ 83.66 ส่วนคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำ ร้อยละ 16.34 ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

เรชา ทองคุ้ม (เรชา ทองคุ้ม 2524 : 48 - 50) ได้ทดลองสอนชีววิทยาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเน้นการใช้คำถามแบบแคบและคำถามแบบกว้างกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 154 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นการใช้คำถามแบบกว้าง กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นการใช้คำถามแบบแคบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการใช้คำถามแบบกว้าง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการใช้คำถามแบบแคบ

กิ่งแก้ว กุอมรพัฒนะ (กิ่งแก้ว กุอมรพัฒนะ 2524 : 62 - 65) ได้ทำการวิเคราะห์แบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิเคราะห์พบว่า การวิเคราะห์คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต มากที่สุดร้อยละ 21.37
2. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ร้อยละ 17.25
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ร้อยละ 14.38

4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ร้อยละ 12.74
5. ทักษะการทดลอง ร้อยละ 10.46
6. ทักษะการวัด ร้อยละ 8.39
7. ทักษะการคำนวณ ร้อยละ 4.25
8. ทักษะการจำแนกประเภท ร้อยละ 3.45
9. ทักษะการกำหนดและความคุ้มตัวแปร ร้อยละ 2.47
10. ทักษะการพยากรณ์ ร้อยละ 2.07
11. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ร้อยละ 1.59
12. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา ร้อยละ .88
13. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ ร้อยละ .70

งานวิจัยต่างประเทศ

ไคลน์แมน (Kleinman. 1963 : 5153-4-A) สังเกตการสอนครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรด 8 โดยการสังเกตคนละ 1 ครั้ง แล้วใช้คำถามที่ครูถามในชั้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คนถามคำถามความคิดวิจารณ์ (Critical thinking) จำนวน 9 คำถามขึ้นไป ถือว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครู 3 คนที่ไม่เคยถามคำถามวิจารณ์เป็นกลุ่มต่ำ แล้วนำแบบทดสอบความเข้าใจวิทยาศาสตร์สอนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนกับครูที่ถามคำถามความคิดวิจารณ์บ่อย ๆ จะทำแบบทดสอบความเข้าใจได้สูง

ไฮแมน (Hymen. 1970 : 232) ได้สรุปรายงานการวิจัยของ Gallagher ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนไว้ว่า ครูในระดับมัธยมศึกษาที่สอนวิชาภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ใช้คำถามประเภทความรู้ความจำ (Cognitive - memory) ประมาณร้อยละ 60 ใช้คำถามประเภทรวมความคิด (Convergent thinking) ร้อยละ 30 ใช้คำถาม

ประเภทประเมินค่า (Evaluation thinking) ร้อยละ 6 และคำถามประเภท ขยายความคิด (Divergent thinking) ร้อยละ 4 รายงานการวิจัยดังกล่าว ให้ข้อสรุปว่า ไม่ว่าวิธีสอนจะเป็นวิธีใด ครูมักใช้คำถามประเภทความรู้ความจำและ ประเภทรวมความคิดมากกว่าอีก 2 ประเภท

นัทธ และไรท์ (Nuthall and Wright. 1970 : 477 - 491) ได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของคำถามแบบที่มีคำตอบแน่นอนและคำถาม ที่มีคำตอบหลายอย่างของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ และความคิดรวบยอดของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา คำถามที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นคำถามที่ถามความ คิดเห็น การประเมินค่า การอธิบาย และการสรุปอ้างอิง ส่วนคำถามที่มีคำตอบแน่นอน เป็นคำถามที่ถามความข้อเท็จจริง การบอกเล่าและการเรียกชื่อทเรียนสามบทเรียน ในหัวข้อหนึ่งได้ให้ครู 17 คน สอนเป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน ความถี่ของการใช้คำถาม แบบที่มีคำตอบหลายอย่าง และคำถามที่มีคำตอบแน่นอนของครูแต่ละคนจะได้บันทึกจาก การสอนในวันที่ 4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสอนนักเรียน พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการใช้ คำถามแต่ละแบบกับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ของแต่ละชั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่นัยสำคัญ แต่เมื่อเปลี่ยนความถี่เป็น เปอร์เซนต์ ปรากฏว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($r = .46$) เปอร์เซนต์ ของการใช้คำถามที่มีคำตอบแน่นอนยิ่งมากเท่าไร ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก็ยิ่งสูงขึ้น เท่านั้น

แลด และแอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400) ได้ทำการวิจัยเพื่อดูระดับของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในคำถามของครู และเพื่อ ดูผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน โดยใช้ครู 2 กลุ่ม คือครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูง (High inquiry) และครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ (Low inquiry) กลุ่มละ 20 คน เป็นครูที่สอนวิทยาศาสตร์กายภาพตามหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในเกรด 9

สอนนักเรียน 40 ห้อง จำนวน 1,000 คน ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์มี 50 ข้อ แบ่งเป็น
คำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำและสูงอย่างละครึ่ง คะแนนเชาวน์ปัญญาของ
นักเรียนเป็นตัวแปรรวมในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ครูสอนสืบเสาะ
หาความรู้ใหม่ ๆ ในระดับสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้
ในระดับต่ำมากกว่ากลุ่มนักเรียนที่ครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำอย่างมีนัย
สำคัญ และได้ผลเช่นเดียวกันกับข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงและข้อสอบ
ทั้งฉบับ

เนลสัน (Nelson. 1970 : 2262-A) ได้ศึกษาผลของการใช้คำถาม
ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ครู 2 คน ใช้วิธีสอน 2 แบบ กับ
นักเรียนเกรด 6 สองห้องเรียน ห้องแรกสอนด้วยวิธีการกระตุ้นให้คิด ส่วนอีกห้องสอน
ด้วยวิธีที่ไม่กระตุ้นให้คิด สอนสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทั้งสองห้องได้
รับการนำเข้าสู่การทดลองด้วยวิธีการเหมือนกัน ต่างกันตอนอภิปรายหลังการทดลอง
ห้องเรียนที่สอนด้วยวิธีกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง เช่น คำถามที่เกี่ยวกับสรุป
อ้างอิง และการพิสูจน์ หลังจากนั้นจึงวัดทักษะของนักเรียนคือ

1. ทักษะด้านความรู้ของนักเรียน โดยใช้การวัดทักษะการแสวงหาความรู้
ของนักเรียน มีการสังเกตและการสรุปอ้างอิง การพิสูจน์และการจำแนก

2. ความรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์

พบว่า นักเรียนที่สอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทาง
วิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนด้วยวิธีกระตุ้นให้คิด
มีการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกตและการสรุปอ้างอิงดีกว่าพวกที่สอนด้วย
วิธีไม่กระตุ้นความคิด

บั๊กกี (Buggv. 1971 : 2543-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการ
ใช้คำถามให้นักเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนเกรด 2 โดยแบ่งการทดลอง
เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้บทเรียนที่เตรียมไว้ ซึ่งใช้คำถามระดับสูง 70% และคำถามระดับความรู้ความจำ 30%

กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และคำถามระดับความรู้ความจำ 70%

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม

หลังจากเรียนจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบรายสัปดาห์ ซึ่งจะมีคำถามทั้งถามในแต่ละพฤติกรรมของชุมชน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 70% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และกลุ่มควบคุมและยังพบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นเดียวกัน

ซาเวจ (Savage, 1972 : 2245-4) ได้ทำการทดลองทำนองเดียวกัน บั๊กก็ โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนเกรด 5 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

มาตีเคาน์ (Martikean, 1973 : 243) ศึกษาผลของการใช้คำถามของครูที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (นอกจากนี้จากความรู้อย่างเดียว) ตามจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยสร้างแผนการสอน 2 แบบ ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเรื่อง ฟิสิกส์และเคมี แผนการสอนแบบแรก ครูใช้คำถามระดับต่ำถามเฉพาะความรู้ความจำ แผนการสอนที่ 2 ครูใช้คำถามที่ให้นักเรียนตอบสูงกว่าความรู้ความจำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 33 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนแรก กลุ่มทดลองสอนโดยครูใช้แผนการสอนที่ 2 การทดสอบใช้แบบทดสอบเขียนตอบ ทดสอบทั้งก่อนและหลังการสอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรอัน (Ryan, 1973 : 63 - 67) ได้ศึกษาหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ เมื่อใช้แผนการสอนที่ต่างกัน 3 แบบ กลุ่มที่ 1 ใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามระดับสูง กลุ่มที่ 2 ใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามเฉพาะความจำ ทั้งสองกลุ่มใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ไม่ใช่แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่าง 104 คน

ใช้แบบทดสอบเลือกตอบ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 วัดผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ อีกฉบับหนึ่งใช้วัดผลสัมฤทธิ์ระดับสูง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีผลสัมฤทธิ์ฉบับที่วัดผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำสูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ แบบทดสอบฉบับวัดผลสัมฤทธิ์ระดับสูง กลุ่มที่ 1 ยังคงสูงกว่า แตกกลุ่มที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. 1974 ไรอัน (Ryan. 1974 : 71 - 75) ได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง รูปแบบและการวิจัยเหมือนเดิม ผลปรากฏว่าจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์และความคงทนของความรู้ ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Newman - Keuls post hoc comparisons พบว่า กลุ่มที่ 1 และ 2 มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แตกกลุ่มที่ 1 และที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

อาร์โนลด์ และคนอื่น ๆ (Arnold and Other. 1973 : 371 - 395) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามก่อกวนความคิดของครูกับการตอบสนองด้านความคิดของนักเรียน โดยแบ่งเป็นคำถามประเภทความจำและสูงกว่าความจำ โดยใช้ นักเรียนฝึกหัดครู 12 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาในระดับประถมศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนมีค่า .77 (Phi Coefficient) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 คำถามแบบความจำจะได้รับการตอบสนองแบบความจำ คำถามที่สูงกว่าความจำได้รับการตอบสนองจากนักเรียนเป็นคำถามสูงกว่าความจำ

ในปีต่อมา อาร์โนลด์ (Arnold. 1974 : 11 - 15) ได้ศึกษาทำนองเดียวกันโดยใช้คำถามตามการจำแนกของบลูม ศึกษาจากครูที่สอนนักเรียนเกรด 1 - 5 จำนวน 11 คน พบว่า การใช้คำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนต่อคำถามมีความสัมพันธ์กันที่ระดับ .05 และพบว่าคำถามความเข้าใจมีความถี่มากที่สุด และคำถามแบบวิเคราะห์มีความถี่น้อยที่สุด

เบคเวล (Bedwell. 1975 : 5930-A) ได้ศึกษาผลการฝึกครูในด้านทักษะการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้สูตร

4 คน ที่สนใจเกี่ยวกับการใช้คำถาม แบ่งนักเรียนของครูแต่ละคนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการสอนด้วยคำถามประเภทนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และ ประเมินค่า ประมาณ 40% กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนด้วยคำถามประเภทความจำและความเข้าใจ ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

โทบิน (Tobin. 1980 : 1520-A) ได้ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการคอยคำตอบของครู และคุณภาพของคำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การคอยคำตอบของครูประมาณ 3 วินาที จะทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียนสูง มีความสามารถในการลงสรุป เมื่อครูใช้คำถามที่มีความชัดเจน คำถามที่เกี่ยวข้องกันและใช้คำถามที่มีระดับการคิดแบบต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น อัตราความตั้งใจเรียนของนักเรียนจะสัมพันธ์กับการจัดการเรียนการสอนที่ดีของครู และพฤติกรรมของครู ซึ่งให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบว่า ความตั้งใจเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคอยคำตอบและคุณภาพของคำถามมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้คำถามความคิดระดับสูง ระดับต่ำร่วมกัน โดยใช้เวลาคอยคำตอบประมาณ 3 วินาที จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถามทั้งในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ สรุปได้ว่าระดับคำถามของครูจะมีความสัมพันธ์กับระดับความคิดในการตอบของนักเรียน กล่าวคือครูใช้คำถามระดับใดถามนักเรียน นักเรียนจะตอบคำถามในระดับเดียวกับที่ครูใช้ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้คำถามระดับต่างกัน นักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามระดับสูงหรือคำถามแบบกว้าง คือคำถามประเภทมีคำตอบหลายทางและคำถามประเภทประเมินค่า และคำถามระดับต่ำหรือคำถามแบบแคบ คือ คำถามประเภทความรู้ ความจำ และคำถามที่มีคำตอบเดียว สรุปได้ว่ามีทั้งให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการตอบสนองด้านความคิดของนักเรียน ทั้งที่แตกต่างและไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าครู

ยังคงใช้คำถามในห้องเรียนเป็นคำถามความรู้ความจำและคำถามที่มีคำตอบเดียว สูงมากกว่าคำถามที่มีหลายคำตอบและคำถามประเมินค่า ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา การใช้คำถามที่เน้นคำถามแบบกว้างให้มากขึ้น เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค การใช้คำถามที่จะส่งผลต่อตัวแปรตาม เช่น ระยะเวลาการตอบคำถาม โดยกำหนดระยะเวลา การตอบคำถามในการวิจัยครั้งนี้ 3 - 7 วินาที (Tobin. 1980 : 520-A) และลักษณะการตอบของนักเรียน โดยใช้คำถามเดียวกันให้นักเรียนตอบตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป (Shelden. 1980 : 5308-A) ส่วนการตอบของนักเรียนให้นักเรียน ตอบเป็นรายบุคคลในบรรยากาศที่ร่วมมือกัน (Evenson. 1981 : 541-A)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศไทย

การวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้รวบรวมไว้ดังนี้

บำรุง บุญยงค์ (บำรุง บุญยงค์ 2515 : 90 - 92) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม (Combine Inquiry) กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2514 โรงเรียนสายน้ำทิพย์ จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ถาม จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมได้รับการ สอนแบบเดิม ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 60 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาและรูปภาพ คะแนนจำนวนมากกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมใจ อ่องสุวรรณ (สมใจ อ่องสุวรรณ 2515 : 95 - 96) ได้ทำการ ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive

Inquiry) แบบนักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) และการสอนแบบเดิม ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียน สายน้ำผึ้ง จำนวน 138 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 35 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 37 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียน เป็นผู้ถาม กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้ถาม จำนวน 34 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 32 คน ได้รับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน และทั้งสอง กลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพัฒน์ จันทร์ศิริ (ศิริพัฒน์ จันทร์ศิริ 2516 : 94 - 99) ได้ศึกษาบทบาท ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการจัดกิจกรรมหลายแบบ เช่น การอภิปราย สาคิต ทดลอง และ ฯลฯ ความเหมาะสมกับสถานการณ์ (Investigation Method of Inquiry) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการทางบุคลิกภาพด้านมนุษยสัมพันธ์ ความคิด สร้างสรรค์ และการรับรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน สายน้ำผึ้ง จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 133 คน และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ 135 คน และผลการทดลองเมื่อพิจารณา เฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิด ปักหมุดในการคิด และความคิดนี้เป็นเอกลักษณ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนด้านความคล่องในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพลธวัชราษฎร์ พิทยาสรรค์ อำเภอคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2526 ผลการทดลองพบว่า ในด้านความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนกิจกรรมแบบไม่กำหนด แนวทางมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไช้ภูพิพัฒน์ (ศิริอร ไช้ภูพิพัฒน์ 2527 : 50) ได้ศึกษารูปแบบ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกกระบวนการสังเกตและแบบฝึกเป็นรายบุคคล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักร เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 75 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 25 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการฝึกแบบกระบวนการสังเกต กลุ่มทดลอง ที่ 2 25 คน ใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล กลุ่มควบคุมสอนตามแบบ สสวท. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการฝึกแบบกระบวนการสังเกต มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิด ยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์และความคิดคล่องแคล่วทาง วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกเป็นรายบุคคล

กอสักดิ์ ศรีน้อย (กอสักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81 - 83) ได้ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บุรณาการ และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ทำการทดลองกับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 105 คน ผลการศึกษา พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบุรณาการแตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถาม เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการสอนโดยการใช้คำถามตาม แผนการสอน สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ด้านความคล่องในการคิดของนักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 686 .. 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ (Authoritarian Approach) กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) จากการศึกษาได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมการเรียนการสอนมีโครงสร้างตามตำรา (Cookbook Approach) มีคำตอบตายตัวง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าครูที่ยึดวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะไม่มีการควบคุมกิจกรรมตัวตายมักจะมีสิ่งบรรยายตามแบบแผน (Formal Lecture) แต่ครูจะทำหน้าที่เสมือนผู้ดำเนินรายการหรือผู้จัดบันทึกข้อมูลบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิเคราะห์ ครูผู้สร้างบรรยากาศสืบเสาะหาความรู้จะสังเกตเห็นความเจริญงอกงามของความยืดหยุ่นในการคิดสร้างสรรค์และความอยากรู้อยากเห็นปรากฏขึ้นในตัวนักเรียน

เบลลังเกอร์ (Belanger. 1969 : 377 - 396 citing Clark. 1968) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 8 โดยใช้การฝึกการศึกษาสืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์กับโปรแกรมการสอนแบบเดิม ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์และแบบทดสอบในเนื้อหาวิชา ปรากฏว่ากลุ่มที่สอนตามโปรแกรมการสอนแบบเดิมแสดงผลที่เหนือกว่าที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งในด้านผลสำเร็จในเนื้อหาและความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์

เบลสกี (Belsky. 1971 : 1970-A) ได้ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการสอนเป็นตัวอย่างอิสระและผลสัมฤทธิ์ทางด้านความคิดของนักเรียนเป็นตัวอย่างตามกลุ่มตัวอย่างเป็นครู 9 คน และนักเรียน 222 คน จากโรงเรียนในตำบลต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน เพื่อให้สิ่งแวดล้อมต่างกัน ในแต่ละสัปดาห์เลือกการอภิปรายในชั้น ซึ่งบันทึกพบไว้ 1 ครั้ง วิเคราะห์วิธีสอนของครูโดยประเมินตามมาตราส่วนของ Expository

Inquiry Continuum) ระหว่างเดือนแรกของการวิจัย ครูทุกคนยังคงรักษาวิธีการเดิม ระหว่างเดือนที่สอง ครูกลุ่มทดลองพยายามเปลี่ยนแบบการสอนแต่ละพวก กลุ่มควบคุมยังคงเดิม จำแนกกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 ครูใช้หลักและวิธีการแก้ปัญหา (Expository Orientation) ซึ่งค่อย ๆ เปลี่ยนไปสู่วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Orientation)

กลุ่มทดลอง 2 ครูใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Orientation) ซึ่งค่อย ๆ เปลี่ยนไปสู่วิธีการให้หลักและวิธีการแก้ปัญหา (Expository Orientation)

กลุ่มควบคุม ใช้วิธีสอนแบบเดิม

ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการคิดของนักเรียน ซึ่งพบว่า ยุทธวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการคิด แต่ยุทธวิธีการสอนแบบบอกให้ทั้งหลักการและวิธีแก้ปัญหาตรง และทำให้เกิดความล่าช้าในด้านความยืดหยุ่นในการคิด นอกจากนี้ยังพบว่า ยุทธวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพิ่มผลด้านความคิดอย่างมีวิจารณ์อย่าง

บิลล์ (Bills, 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน หญิง 74 คน ชาย 68 คน และกลุ่มควบคุม 191 คน เป็นหญิง 96 คน ชาย 95 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large - Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุมคือ เพศ และ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม (Originality) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่มีสติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

มาเรีย (Maria, 1981 : 624-A) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่ได้รับการศึกษาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เกรด 5 - 6 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีทั้งยืนยันได้ว่าสามารถพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นกว่าการสอนตามปกติ และก็มีทั้งยืนยันได้ว่าไม่สามารถทำให้ความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนปกติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้รวมกับการใช้คำถามที่เหมาะสมในการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนแล้ว จะทำให้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาขึ้น

จากเอกสารและงานวิจัยข้างต้น เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่า กระบวนการคิดเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาและจะเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนใช้กระบวนการคิดนี้ประดิษฐ์สิ่งใหม่หรือปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น จึงเห็นสมควรอย่างยิ่งที่จะหาแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน แนวทางที่เลือกใช้ในการพัฒนากระบวนการคิดครั้งนี้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเห็นว่ามีขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา สำหรับการใช้คำถามแบบกว้างนั้นยึดหลักการพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเปียเจต์ในขั้นที่ 4 คือระยะของการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) เด็กที่อยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากสิ่งแวดล้อมที่ประสมอยู่ สามารถตั้งสมมุติฐานและทดสอบสมมุติฐานได้ สามารถอธิบายความรู้ลึกหรือความคิดของตัวเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และสามารถประเมินความคิดของตัวเองได้ (พยอม วงศ์สารศรี 2526 : 154 - 156 อ้างอิงมาจาก Piaget) จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ระดับคำถามของครูมีความสัมพันธ์กับระดับการคิด

ของนักเรียนหรือการตอบสนองของนักเรียน (Arnold and Other. 1973 : 391 - 395) ซึ่งคำถามแบบกว้างนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดได้วิธีหนึ่ง เป็นคำถามที่มีคำตอบเป็นไปได้หลายแบบ เป็นคำถามที่กระตุ้นให้คิด ให้แสดงความคิดเห็น ตัดสินใจและแสดงความรู้สึก (Cunningham. 1971 : 95 - 97) แต่ยังไม่มียานวิจัยในประเทศศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดและผลงานวิจัยข้างต้นเป็นแนวทางในการตั้งสมมุติฐานในการศึกษารังนี้ ดังนี้

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 3 ห้องเรียน 135 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 45 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง
2. กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 45 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ
3. กลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา ขนาดกลาง
2. การจัดห้องเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดนักเรียนแต่ละห้องมีลักษณะคล้ายกัน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มนักเรียนแบบ Cluster random sampling มาจำนวน 3 ห้องเรียน จากนักเรียนจำนวน 10 ห้องเรียน โดยการจับฉลาก

ขั้นที่ 2 สุ่มออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยการจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 3 แบบ คือ
 - 1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง
 - 1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ
 - 1.3 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือ

1. ร่างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้สอนในกลุ่มทดลอง ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
 - 1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนสำหรับการทดลองจากหนังสือคู่มือครู หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 (ว.102) โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการทดลอง

1.3 วิเคราะห์ลำดับความคิดต่อเนื่องและความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทดลอง

1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหาวิชาที่จะสอน

1.5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของคำถาม ประเภทของคำถาม การใช้คำถาม การจำแนกคำถาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.6 สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง และแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ โดยยึดหลักการจำแนกคำถามของกันนิงแฮม (Gunningham, 1971 : 86 - 103) เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบ

1.6.1 ความคิดรวบยอด

1.6.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.6.3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ได้แก่ ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง และขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง

1.6.4 คำถามที่ใช้ในแผนการสอน โดยใช้ความคิดรวบยอดและเนื้อหาเป็นแกนกลาง โดยแผนการสอนที่ 1 เป็นคำถามที่เน้นคำถามแบบกว้าง 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ของคำถามทั้งหมด และแผนการสอนที่ 2 เป็นคำถามที่เน้นคำถามแบบแคบ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ของคำถามทั้งหมด (Bugsy, 1971 : 2543-A)

วิเคราะห์ประเภทของคำถามในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

M	คือ	คำถามความรู้-ความจำ
C	คือ	คำถามเอกนัย
D	คือ	คำถามอเนกนัย
E	คือ	คำถามประเมินค่า

1.7 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตัดสินความเที่ยงตรงของคำถาม และคำแนะนำเนื้อหาวิชา เพื่อนำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตบางกระปิ กรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนที่จะนำไปทดลองสอนจริง

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ เทคนิคการเขียนข้อทดสอบของ ขวาล แพริศกุล (ขวาล แพริศกุล 2520 : 11 - 256) และชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 179 - 229)

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมร่วมกับผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน โดยกำหนดพฤติกรรมดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

2.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประมาณ 2 เท่าของจำนวนข้อตามในตารางวิเคราะห์ เนื้อหาและพฤติกรรม โดยสร้างข้อสอบให้ตรงตามพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ตามตารางวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงในด้านภาษาในข้อคำถามและตัวเลือก

2.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 100 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528

2.6 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.6.1 หากหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็น รายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 % แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

2.6.1.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80 ไว้ และ

2.6.1.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป รวมจำนวน 50 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

2.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 50 คน ตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร $CR = 20$ ของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.7854

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก, ข, ค, ง และ จ ที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ข้อ (๐) พีชคณิตโคเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

ก. เห็น รา

ข. ตะบองเพชร

ค. กระเช้าสีดา

ง. หมอขาวหมอแกงลิง

จ. สหราชอาณาจักร

- ข้อ (๐๐) ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ของพืชและสัตว์
- พืชต้องพึ่งพาอาศัยสัตว์
 - สัตว์ต้องพึ่งพาอาศัยพืช
 - พืชอาศัยพืช สัตว์อาศัยสัตว์
 - พืชและสัตว์คงอาศัยซึ่งกันและกัน
- ข้อ (๐๐๐) ถ้าจะเพาะถั่วงอกให้เจริญงอกงามควรทำอย่างไร
- เพาะลงในกระป๋องแล้วรดน้ำทุกวัน
 - เพาะลงในกระบะทรายแล้วนำไปตากแดด
 - เพาะลงในน้ำแล้วกลบร่อนน้ำทุกวันแล้วเก็บไว้ในที่ขึ้น
 - เพาะลงในดินร่วนปนทรายรดน้ำทุกวันแล้วนำไปตากแดด
 - เพาะลงในกระดาษชำระรดน้ำทุกวัน แล้วนำไปตากแดด
- ข้อ (๐๐๐๐) จากสมมุติฐานที่ว่า ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกันได้แก่อะไร
- ชนิดของต้นพืช
 - ปริมาณน้ำที่ได้รับ
 - ความสูงของต้นพืช
 - ปริมาณแสงที่ได้รับ
 - การเจริญเติบโตของพืช
3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72)
- 3.1 ลักษณะแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนตอบได้อย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ ดังนี้
- 3.1.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติให้บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

3.1.2 “นักประดิษฐ์” กำหนดจุดประสงค์ให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

3.1.3 “นักค้นคว้า” กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลอง เพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ

3.2 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและด้านความคิดริเริ่ม

3.2.1 คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคนอื่นหรือไม่

3.2.2 คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดพิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีคิดที่แตกต่างกันแล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3.2.3 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน 5 คะแนน

3.3 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนแต่ละคนได้จากผลรวมของคะแนนแต่ละด้านจากการตอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

3.4 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มจากการออกแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

3.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สมชาติ กาญจนชาติ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 50 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 172 - 176) ได้ค่าความเชื่อมั่น .6288

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest Posttest Design ตามแผนผังที่แสดงไว้ในตาราง 1 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 216 - 217)

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E ₁ R	T ₁	X _a	T ₂
E ₂ R	T ₁	X _b	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X	คือ การจัดการกระทำ (treatment)
T ₁	คือ การสอนก่อนที่จะจัดการทำการทดลอง (Pretest)
T ₂	คือ การสอบหลังจากที่จัดการทำการทดลอง (Posttest)
R	คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบการสุ่ม (Random assignment)
C	คือ กลุ่มควบคุม (Control Group)
E	คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

วิธีดำเนินการทดลอง

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 3 ห้องเรียน จำนวน 135 คน ออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยการจับฉลาก
2. ทำการสอบก่อนการเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสามกลุ่ม โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน กลุ่มละ 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ
 - กลุ่มทดลองที่ 1 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง
 - กลุ่มทดลองที่ 2 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ
 - กลุ่มควบคุม สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู
4. ทำการสอบหลังการเรียนเมื่อนักเรียนทั้งสามกลุ่มได้เสร็จสิ้นการเรียนที่กำหนดไว้ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับนี้เกี่ยวข้องกับการสอบก่อนการเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม จากคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวและใช้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม จากคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง แล้วทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียว และใช้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม

ถ้า p มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทดสอบหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ตามวิธีของเชฟเฟ (Scheffé's test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หากาคะแนนเฉลี่ย

1.2 หากาคความแปรปรวนของคะแนน

2. หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร $K_R = 20$ ของคูเคอร์ริชาร์คสัน คำนวณจากสูตร (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบฉบับนั้น

p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำได้}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$

3. ทดสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีแบบ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 172 - 176)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ MS_E คือ คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_p คือ คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between people)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว คำนวณจากสูตร (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 125)

$$F = \frac{MS'_b}{MS'_w}$$

เมื่อ MS'_b คือ คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วระหว่างกลุ่ม

MS'_w คือ คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วภายในกลุ่ม

โดยใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวร่วม (Covariate) ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ ตามวิธีของ เชฟเฟ่ (Scheffé's test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

SS	แทน ผลรวมกำลังสองของการปรับคะแนนจากตัวแปรร่วม
df	แทน ชั้นของความเป็นอิสระ
MS_b	แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับแล้วของแต่ละกลุ่ม
MS_w	แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับแล้วของภายในกลุ่ม
F	แทน อัตราส่วนระหว่างค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของระหว่างกลุ่มกับค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของภายในกลุ่ม
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว
n	แทน จำนวนคนแต่ละกลุ่ม
N	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
**	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งของตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	503.4216	2	251.7108	9.7917 **
ภายในกลุ่ม (w)	3367.5672	131	25.7066	
รวม (t)	3870.9888	133		

$$** F_{.01}(2,131) = 4.78$$

จากตาราง 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1

การทดสอบความแตกต่าง ของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วตามวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe's test) ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้ว เป็นรายกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2			
	$\bar{X}$	26.6599	29.2546	31.3968
กลุ่มควบคุม	26.6599	-	2.5947	4.7369 **
กลุ่มทดลองที่ 1	29.2546		-	2.1422
กลุ่มทดลองที่ 2	31.3968			-

** S = 3.3049

จากตาราง 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	36504.7958	2	18252.3970	38.6728**
ภายในกลุ่ม (w)	61828.1196	131	471.9704	
รวม (t)	98332.9154	133		

$$** F_{.01} (2,131) = 4.78$$

จากตาราง 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วตามวิธีของเซฟเฟ้ (Scheffé's test) ปรากฏดังตาราง

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้วเป็นรายกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 1			
	$\bar{X}$	76.9048	81.2518	108.9990
กลุ่มควบคุม	76.9048	-	4.3470	32.0942 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 2	81.2518		-	27.7472 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 1	108.9990			-

$$^{**} S = 14.1609$$

จากตาราง 5 พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู

โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละด้าน ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	753.5144	2	376.7572	10.6743 ^{**}
ภายในกลุ่ม (w)	4623.7406	131	35.2957	
รวม (t)	5377.2550	133		

$$^{**} F_{.01} (2,131) = 4.78$$

จากตาราง 6 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วตามวิธีของ เชฟเฟ่
(Scheffé's test) ปรากฏดังตาราง

ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่อง
ในการคิดที่ปรับแล้วเป็นรายกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1			
	$\bar{X}$	26.6089	26.8068	31.7175
กลุ่มทดลองที่ 2	26.6089	-	0.1979	5.1086 **
กลุ่มควบคุม	26.8068		-	4.9107 **
กลุ่มทดลองที่ 1	31.7175			-

$$** S = 3.8726$$

จากตาราง 7 พบว่า ความกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการ
คิดของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	186.6704	2	93.3352	13.8621**
ภายในกลุ่ม (w)	882.0361	131	6.7331	
รวม (t)	1068.7015	133		

$$** F_{.01} (2,131) = 4.78$$

จากตาราง 8 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วตามวิธีของ เชฟเฟ่
(Scheffé's test) ปรากฏดังตาราง

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่น
ในการคิดที่ปรับแล้วเป็นรายคู่

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 1			
	$\bar{X}$	12.4363	13.3308	15.2772
กลุ่มควบคุม	12.4363	-	0.8945	2.8409 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 2	13.3308		-	1.9464 ^{**}
กลุ่มทดลองที่ 1	15.2772			-

$$^{**} \quad \varepsilon = 1.6912$$

จากตาราง 9 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการ
คิดของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม
ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถาม
แบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบทางเดียวของคะแนนความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งตัวแปร	SS'	df	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	16894.3750	2	8447.1875	16.1322 ^{**}
ภายในกลุ่ม (w)	68594.3800	131	523.6212	
รวม (t)	85488.7550	133		

**

$$F_{.01} (2,131) = 4.78$$

จากตาราง 10 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตาม
สมมุติฐานข้อที่ 3

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วตามวิธีของเชฟเฟ่
(Scheffe's test) ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มที่ปรับแล้วเป็นรายคู่

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 1			
	$\bar{X}$	35.7358	42.7688	62.2464
กลุ่มควบคุม	35.7358	-	7.0330	26.5104 **
กลุ่มทดลองที่ 2	42.7688		-	19.4774 **
กลุ่มทดลองที่ 1	62.2464			-

$$** S = 14.9156$$

จากตาราง 11 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยเน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 3 ห้องเรียน ๆ ละ 45 คน แล้วจับสลากกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 แบบ คือ

2.1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง

2.1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ

2.1.3 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .7854

2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ขอพิมพ์จาก ดุมาลี กาญจนชาติศรี มีค่าความเชื่อมั่น .5599 แต่ก่อนที่จะนำมาใช้ได้หาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง มีค่าความเชื่อมั่น .6288

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม แล้วตรวจให้คะแนน

3.2 ดำเนินการทดลอง โดยใช้เวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง

3.2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ

3.2.3 กลุ่มควบคุม สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

3.3 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนตามที่กำหนดไว้ แล้วตรวจให้คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม จากคะแนนการทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียว และใช้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรรวม

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม จากคะแนนการทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียว และใช้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวแปรรวม

ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้ว เป็นรายคู่ ตามวิธีของเชฟเฟ (Scheffé's test)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำตอบตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ทั้งนี้เพราะ

1.1.1 กระบวนการเรียนการสอน นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคมได้รับคำถามในลักษณะให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่ได้จากบทเรียนที่เรียนไปแล้ว คำถามให้รวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ คำถามเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจหรือจับใจความของบทเรียน และการถามคำถามจะถามเรียงจากคำถามง่ายไปสู่คำถามยากเรียงลำดับตามแนวทางที่จะนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่ ดังที่คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 92 - 94) ได้เสนอวิธีการถามที่ดีในการสอนวิทยาศาสตร์ควรถามคำถามจากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเนื้อหาดีขึ้น และนอกจากนี้ยังประกอบด้วยคำถามอเนกนัย และประเมินค่าสอดคล้องอยู่ด้วย ซึ่งเป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบแสดงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้แก่ พยากรณ์ ทั้งสมมุติฐาน ลงความคิดเห็น ออกแบบการทดลอง แสดงความคิดเห็น ความรู้สึก การตัดสินใจหรือโต้แย้ง เป็นการฝึกให้นักเรียนผสมผสานความรู้หลาย ๆ ด้านมาตอบคำถาม ซึ่งการตอบคำถามต้องอาศัยความรู้ความจำความเข้าใจมาเสริมกัน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู

1.1.2 ระยะเวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองในการศึกษาครั้งนี้ ในแต่ละเนื้อหาใช้เวลาเท่ากัน แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคมได้รับการฝึกการตอบคำถามในปริมาณที่มากกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ซึ่งนักเรียนได้ทบทวนความรู้ทั้งแก่ตนเองจนสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นูทอลล์ และไรท์ (Nuthall and Wright, 1970 : 477-491) ได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของคำถามที่มีคำตอบแน่นอนและคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

เปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามที่มีคำตอบแน่นอนยิ่งมากเท่าไรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น และผลงานวิจัยของบั๊กกี้ (Bugsy. 1971 : 2543-A) และซาเวจ (Savage. 1972 : 2245-A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ครูสอนโดยใช้คำถามระดับความรู้ความจำ 70 เปอร์เซ็นต์ คำถามระดับสูง 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และผลงานวิจัยของไรอัน (Ryan. 1973 : 63 - 67, 1974. 71-75) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามที่ต่างกัน 3 แบบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้คำถามความรู้ความจำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับค่าสูงกว่่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.2 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1.2.1 กระบวนการเรียนการสอนกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความเคยชินกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูใช้คำถามประเภทความรู้ความจำเป็นส่วนมาก และได้ปลูกฝังมาเป็นเวลานาน ดังผลงานวิจัยของพรทิพย์ ไชยโส (พรทิพย์ ไชยโส 2522 : 57) ได้วิเคราะห์คำถามของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 4 ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า อัตราการใช้คำถามของครูชั้นความรู้ความจำ : ความเข้าใจ : การนำไปใช้, การวิเคราะห์, การสังเคราะห์และการประเมินค่า เท่ากับ 4 : 2 : 1 และครูทั้งสามระดับใช้คำถามไม่แตกต่างกัน และผลงานวิจัยของอรรณพ เลิศสังข์ (อรรณพ เลิศสังข์ 2524 : 80 - 81) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประเภทคำถามของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่าครู

วิทยาศาสตร์ใช้คำถามประเภทความรู้ความจำร้อยละ 83.66 เปอร์เซนต์ และคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำร้อยละ 16.34 เปอร์เซนต์ ดังนั้นเมื่อนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้นักเรียนไม่เกิดความเคยชินกับการตอบคำถามแบบกว้าง จึงทำให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวลใจในการตอบคำถาม ทำให้ไม่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเต็มที่ จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2.2 ระยะเวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในการศึกษาครั้งนี้ในแต่ละเนื้อหาใช้เวลาเท่ากัน แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างได้รับคำถามแบบกว้างถึง 70 เปอร์เซนต์ และคำถามแบบแคบเพียง 30 เปอร์เซนต์ ทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาในการตอบคำถามในแต่ละคำถามนาน จึงมีผลทำให้นักเรียนมีโอกาสดตอบคำถามได้จำนวนน้อย และระยะเวลาในการสอนครั้งนี้ใช้เวลาเพียง 16 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ รวม 4 สัปดาห์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการตอบคำถามแบบกว้างในระยะเวลาอันสั้น จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของซาเวจ (Savage. 1972 : 2245-A) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ครูสอนโดยใช้คำถามระดับสูง 70 เปอร์เซนต์ คำถามความรู้ความจำ 30 เปอร์เซนต์ และที่ครูใช้คำถามระดับสูง 30 เปอร์เซนต์ คำถามความรู้ความจำ 70 เปอร์เซนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลงานวิจัยของมาติคีน (Martikean. 1973 : 248) ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามของครูที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ครูสอนโดยใช้คำถามความรู้ความจำและที่ครูสอนโดยใช้คำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลงานวิจัยของไรอัน (Ryan. 1974 : 71-75) พบว่านักเรียน

กลุ่มที่ครูสอนโดยใช้คำถามระดับสูง และนักเรียนกลุ่มที่ครูสอนใช้คำถามความรู้ความจำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1.3.1 กระบวนการเรียนการสอน ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างนั้น นักเรียนไม่เคยชินกับการตอบคำถามแบบกว้าง ทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครูนักเรียนมีความเคยชินกับคำถามมาก่อนแล้ว และนักเรียนสามารถที่จะฝึกและเตรียมการตอบคำถามมาก่อนได้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.2 ระยะเวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในแต่ละเนื้อหาใช้เวลาเท่ากันจริง แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างนั้นนักเรียนต้องใช้เวลาในการตอบคำถามนาน และปริมาณคำถามก็มากกว่าคำถามตามคู่มือครูและระยะเวลาในการสอนครั้งนี้ไม่มากเพียงพอที่จะฝึกให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงอาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของจินตนา พุทธินันท์ (จินตนา พุทธินันท์ 2523 : 52 - 63) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ครูใช้คำถามระดับต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ครูสอนใช้คำถามระดับสูง คำถามระดับต่ำ และคำถามแผนการสอนสสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ทั้งนี้เพราะ

2.1.1 กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างประกอบด้วยคำถามอเนกนัยได้แก่ พยากรณ์ ทั้งสมมุติฐาน ลงความคิดเห็น ออกแบบการทดลอง เป็นคำถามที่กระตุ้นความคิดของนักเรียน นักเรียนได้นำความรู้เดิม หรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาประกอบกัน โดยใช้สมรรถภาพทางสมองค้นหาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และคำถามประเมินค่าได้แก่ คำถามให้แสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การแสดงความรู้สึกหรือโต้แย้งเป็นคำถามระดับสูงสุด ทำให้นักเรียนได้เรียบเรียงความรู้สร้างแนวความคิดและเลือกแนวความคิดไปใช้ มุ่งให้หาเกณฑ์ที่จะใช้ในการพิจารณาคุณค่าตัดสินใจด้วยตนเอง (Cunningham, 1971 : 97 - 101) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังแนวความคิดของเดอ เคโค (De Cecco, 1968 : 459) ได้กล่าวว่าครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การทดสอบสมมุติฐาน และแนวความคิดของแอนเดอร์สัน (Anderson, 1970 : 103-105) ได้กล่าวว่าครูสามารถจัดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ฝึกหาคำถามที่ต้องใช้ความคิดระดับสูงเหนือธรรมดา และราอุฟ (เบญจมาศ ชาญวงศ์ 2524 : 22 - 23 อ้างอิงมาจาก Raouf, 1974) ได้กล่าวว่าเทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้คำถามหลายแง่หลายมุม และโชติ เพชรขึ้น (โชติ เพชรขึ้น 2522 : 96) ได้กล่าวว่ากระบวนการฝึกและวิธีสอนเพื่อสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ควรใช้การฝึกโดยแบบฝึกหัดปลายเปิด ใช้คำถามที่สามารถคิด และตอบได้หลายแง่หลายมุม และช่วงสักดิ์ หมื่นจักร (ช่วงสักดิ์ หมื่นจักร 2524 : 14 - 15) ได้กล่าวว่าวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผลและส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง และสมจริง (สวนไพบูลย์ 2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การจัดสถานการณ์ปัญหาโดยการให้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำถามที่นำไปสู่การคิดแบบคิดแยกนัย ผู้สอนควรใช้คำถามแบบกว้าง คือคำถามที่มีคำตอบหลายทาง (Divergent Questions) และคำถามประเมินค่า (Evaluation Questions) จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เป็นคำถามแบบกว้างสูงขึ้น

2.1.2 ระยะเวลาในการสอน ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างจะใช้เวลาในการเรียนการสอนเท่ากันก็ตาม แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบได้รับการฝึกในการใช้ความคิดระดับต่ำในการตอบคำถามเป็นส่วนมาก ซึ่งคันทิงแฮม (Cummingham, 1971 : 86 - 87) ได้กล่าวไว้ว่า การที่ครูใช้คำถามแบบแคบมากเกินไปจะไปขัดขวางการพัฒนาความคิดในระดับสูงของนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างสูงกว่าที่เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอกักดี ศรีน้อย (กอกักดี ศรีน้อย 2527 : 81) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่าการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

2.2 ผลการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

2.2.1 กระบวนการเรียนการสอน นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบ และนักเรียนที่ได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู มีส่วนที่คล้ายคลึงกันมาก ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่ใช้ความคิดระดับต่ำเป็นส่วนมาก และคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงเป็นส่วนน้อย ดังที่ อุสาหะ (Usaha, 1983 : 3405-A) ได้ทำการวิจัยพบว่าคำถามตามคู่มือครู เป็นคำถามที่ทำให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดในขั้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนา (กิ่งแก้ว คูอมรพัฒนา 2524 : 62 - 65) ได้ทำการวิจัยวิเคราะห์คำถามในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าในแบบเรียนมีคำถามเกี่ยวกับทักษะการสังเกตมากที่สุด และมีคำถามที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด ได้แก่ การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดได้อย่างไม่เต็มที่พอ ๆ กัน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.2 ระยะเวลาในการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มใช้เวลาเท่ากันก็ตาม แต่เมื่อได้รับการฝึกในการพัฒนาความคิดคล้ายคลึงกันในเวลาเท่า ๆ กัน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มย่อมมีความสามารถในการพัฒนาความคิดได้พอ ๆ กัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81) พบว่า นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอนสสวท. มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด

3.1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถาม

ตามคู่มือครู ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวความคิดของเดอ เคคโค (De Cecco, 1968 : 459) แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970 : 103-105) ราอุฟ (เบญจมาศ ชาญวงศ์ 2524 : 22 - 23 อ้างอิงมาจาก Raouf, 1974) โซติ เพอร์รีน (โซติ เพอร์รีน 2522 : 96) ช่างหักกี หมิ่นจักร (ช่างหักกี หมิ่นจักร 2524 : 14 - 15) และสมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 30 - 34) ทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความสามารถในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู

3.2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ได้ฝึกการคิดในการตอบคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำนวนน้อยพอ ๆ กัน และในระยะเวลาเท่า ๆ กัน จึงมีผลทำให้นักเรียนคิดได้ช้าและคิดได้จำนวนน้อยในเวลาที่กำหนดให้ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด

4.1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างได้ฝึกการคิดอย่างกว้างขวาง มีเหตุผล และคิดอย่างมีระบบมีกฎเกณฑ์ ทำให้นักเรียนได้คิดได้หลายวิธีหลายแง่หลายมุม ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ จึงมีผลทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน

ที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอสักดิ์ ศรีน้อย (กอสักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81) พบว่า ความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

4.2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีโอกาสในการฝึกการคิดในการตอบคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงจำนวนน้อยในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ๆ พอ ๆ กันในเวลาเท่า ๆ กัน จึงมีผลทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอสักดิ์ ศรีน้อย (กอสักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81) พบว่า นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. มีความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม

5.1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครู ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้างได้ฝึกการคิดในการตอบคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงจำนวนมาก ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอสักดิ์ ศรีน้อย (กอสักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 82) พบว่า ความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท.

5.2 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบและใช้คำถามตามคู่มือครูมีโอกาสดึงการคิดในการตอบคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูงจำนวนน้อยพอ ๆ กันในเวลาเท่า ๆ กัน ทำให้นักเรียนมีความคิดอยู่ในขอบเขตจำกัด ไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดได้อย่างเต็มที่จึงมีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกอกักดิ์ ศรีน้อย (กอกักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 82) พบว่าความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการให้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. มีความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การศึกษาทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษามุ่งเน้นการสอนให้นักเรียนเป็นผู้มีความสามารถ “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้” การที่นักเรียนจะสามารถคิด, ทำ และแก้ปัญหาได้นั้น สิ่งที่เป็นเครื่องช่วยให้นักเรียนคิดก็คือ การใช้คำถามของครูที่จะกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและการตัดสินใจด้วยตนเอง จึงควรพัฒนาเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 การใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรใช้การ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง ได้แก่คำถามเอนกนัยและประเมินค่ามากกว่าคำถามความรู้ความจำและคำถามเอนกนัย ซึ่งคำถามแบบกว้างนี้เป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ได้แก่การพยากรณ์ การลงความคิดเห็น การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง ทดลองจนฝึกให้นักเรียนคิดตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นคำถามที่ใช้ความคิดระดับสูง

1.3 การใช้คำถามเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรใช้การ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ ได้แก่คำถามความรู้ความจำ และคำถามเอนกนัยมากกว่าคำถามแบบกว้าง แต่อย่างไรก็ตามถ้าต้องการพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปในนั้นควรใช้คำถามแบบกว้างมากกว่าคำถามแบบแคบ ทั้งนี้ถ้าสามารถฝึกให้นักเรียนเกิดความเคยชินกับการตอบคำถามแบบกว้างแล้วย่อมสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.4 ควรเน้นการใช้คำถามแบบกว้างในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและเกิดความเคยชินในการตอบคำถามแบบกว้างและสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เยาว์วัย

1.5 การใช้คำถามในการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายนั้น ผู้สอนควรได้มีการเตรียมหรือฝึกตั้งคำถามก่อนการสอน เพื่อให้เกิดความชำนาญและมีความมั่นใจในการถาม ซึ่งจะเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็นอยากคิดหาคำตอบ และเกิดความสนุกสนานในการเรียน

1.6 การใช้คำถามแบบกว้างในการเรียนการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นและเร้าให้นักเรียนตอบคำถาม โดยผู้สอนจะต้องคอยคำคอบของนักเรียนไม่ควรยอมรับคำคอบของนักเรียนทันที

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาลงของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างและเน้นคำถามแบบแคบที่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง และเน้นคำถามแบบแคบ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน คือ สูง ปานกลาง และต่ำ หรือแตกต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง และเน้นคำถามแบบแคบ

2.4 ควรมีการศึกษาค้นคว้าของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้างและเน้นคำถามแบบแคบที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาอื่น ๆ เช่น ภาษาไทย สังคมศึกษา เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ การฝึกหัดครู, กรม ศึกษานิเทศก์ การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทย
ระดับ ป.5 - มศ.3 กรุงเทพฯ 2522, 62 หน้า
- กิ่งแก้ว ล้อมรพัฒนะ การวิเคราะห์แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรุงเทพฯ
วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 156 หน้า อุดสาเนา
- กอสักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
และขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2527, 166 หน้า อุดสาเนา
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหา
ความรู้" ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524
- จริยา สุจารีกุล "การศึกษามรรคภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครู" สถารัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ 2521
- จินตนา พุทธินันท์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติ
ของสารโดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2523, 123 หน้า อุดสาเนา
- ชวาล แพร์กุล เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า
- ✓ โชติ เพชรชื่น "ความคิดสร้างสรรค์" การวัดผลการศึกษา 2 : 95 - 103
กันยายน - ธันวาคม 2522
- ธงชัย ชิวปรีชา "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าว สสวท. 6(2) : 1 - 12
มกราคม 2521
- _____ "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าว สสวท. 6(3) : 60 - 67 เมษายน
2521

✓วราภักดิ์ วัฒนจักร "สอนให้คิดสร้างสรรค์" ประชาศึกษา 32(9) : 12 - 15

มิถุนายน 2524

นคร ทศนประสิทธิ์ผล การศึกษาความสามารถในการใช้คำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง และครูประจำการที่ผ่านการอบรม
ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 85 หน้า อุดรธานี

✓นฤมล ชูตากม อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการสอน
แบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2522, 120 หน้า อุดรธานี

นิตา สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 29 : 21 - 29,
2528

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ "การสอนแบบสร้างสรรค์" ประชาศึกษา 37 : 19 - 21

มิถุนายน 2523

✓น้อมฤดี จงพยุหะ คู่มือการศึกษาจิตวิทยาการศึกษา โรงพิมพ์มิตรสยาม กรุงเทพฯ
2518, 192 หน้า

นางนุช วรธนวาทะ ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์
ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง กรุงเทพฯ ปริญญาโท
กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 89 หน้า อุดรธานี

✓บุญลือ ทองอยู่ "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(7) : 15 - 18 เมษายน
2521

_____ "ความคิดสร้างสรรค์" มิตรครู 20(8) : 14 - 16 เมษายน 2521

✓เบญจมาศ ธัญญางค์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524, 86 หน้า อุดรธานี

บัจจอร์ คิณะชัย การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องการใช้พลังงานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะกับวิธีสอน
แบบบอกใหญ่ กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523,
147 หน้า อักขรนา

บำรุง บุญยงค์ การศึกษาดูการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน
สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายนอกภายใน
กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515,
104 หน้า อักขรนา

ประทุม ทองพูน การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่าง
นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร 2503 กับหลักสูตร สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์
ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า อักขรนา

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แนวใหม่ กรุงเทพฯ ภาคพัฒนา
ตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานโยบายกรมศึกษาธิการ 2524, 104 หน้า

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาดูผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและการ
พยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 188 หน้า อักขรนา

ปรีชา กล้ารัมย์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้
รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 214 หน้า อักขรนา

พยอม วงศ์สารศรี จิตวิทยาการศึกษา กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์สารเสริม 2526,
271 หน้า

- พเยาว์ ทักขิณ การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง กรุงเทพฯ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 209 หน้า อักขานา
- พรทิพย์ ไชยโส การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 103 หน้า อักขานา
- ขงยุพธ ส่ายก การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง กรุงเทพฯ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 167 หน้า อักขานา
- โยชิน ศรีโสภา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 กรุงเทพฯ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2524, 100 หน้า อักขานา
- เรชา ทองกุ่ม เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาโดยเน้นการใช้คำถามประเภทแถมกับการสอนโดยเน้นคำถามประเภทกว้าง กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 168 หน้า อักขานา
- ลวน ฉายยศ และอังคณา ฉายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัทศึกษาพร จำกัด 2528, 314 หน้า
- วรารักษ์ ชัยโอภาส การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา มหาสารคาม ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2521, 260 หน้า
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กรุงเทพฯ อำนวยการพิมพ์ 2521, 165 หน้า

วรรณที วรรณศิลป์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อักขรนาม

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล กรุงเทพฯ ปริญญาโท คศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 178 หน้า อักขรนาม

ศิริพัฒน์ จันทศิริ บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Investigative method of inquiry) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการทางบุคลิกภาพด้านมนุษยสัมพันธ์ ความคิดสร้างสรรค์ และแบบการรับรู้ กรุงเทพฯ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 119 หน้า อักขรนาม

ศิริอร ไขว้โพธิ์ การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกกระบวนการสังเกตและแบบฝึกเป็นรายบุคคล กรุงเทพฯ ปริญญาโท คศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 101 หน้า อักขรนาม

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กรุงเทพฯ 2520, 252 หน้า

_____ คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 - 2 กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร 2527, 113 หน้า

สามัญศึกษา, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์ "การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา" วารสารการวิจัยทางการศึกษา 1 : 79 - 93, 2527

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน เอกสารอ่านประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519, 90 หน้า อักขรนาม

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน สรุปผลงานวิจัยสมรรถภาพ
การสอนของครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520,
 90 หน้า อักขรภาพ

สายหยุด ชวนนท์ และคนอื่น ๆ "เทคนิคการตั้งคำถาม" โครงการสุขภาพใน
โรงเรียน เจริญวิทยการพิมพ์ : 164 - 168, 2521

✓ สุปรียา ลำเจียก สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อักขรภาพ

✓ สมานี กาญจนชาตรี การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อักขรภาพ

สุวิมล ขอบทำกิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเขตการศึกษา 2 กรุงเทพฯ
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า อักขรภาพ

สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด ไทยวัฒนาพานิช 2517,
 240 หน้า

สมจิต ชวนไพบุลย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ม.ป.ป. 212 หน้า อักขรภาพ

_____ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 140 หน้า อักขรภาพ

✓ _____ สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2527, 40 หน้า อักขรภาพ

สมใจ อ่องสุวรรณ การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน Active Inquiry
ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และความ
เกรงใจ กรุงเทพฯ ปริญญาโท ค.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
 2515, 130 หน้า อักขรภาพ

สัมพันธ์ คัมภีร์ การศึกษายาทนาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาบุคลิกภาพ
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับ และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
กรุงเทพฯ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518,
62 หน้า อักขรนา

สัญญา พิพย์เสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ
เบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา กรุงเทพฯ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 99 หน้า อักขรนา

อนันต์ จันทร์แก้ว ผลการใช้คำถามสองกรณีที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ค. 2 และ ม.2 กรุงเทพฯ ปรินทิพนิพนธ์
กศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อักขรนา
"โครงสร้างการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปริญญาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
วิทยาการ 7(2) : 3 - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525

อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, คณะ ชุดการเรียน
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 307 หน้า
ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 ทบวงมหาวิทยาลัย
2525 , 287 หน้า

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด" ศึกษาศาสตร์ 4(3) :
22 - 27 มิถุนายน - กันยายน 2522

อุทัย ชีวธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ
ขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา กรุงเทพฯ ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 101 หน้า อักขรนา

อรวรรณ เลิศสังข์ การวิเคราะห์ประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี กรุงเทพฯ ปริณิพานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 188 หน้า อัดสำเนา

/Anderson, Ronald D. and other. Developing Children's
Thinking Through Science. Englewood Cliffs, Printice -
Hall, 1970. 370 p.

Arnold, Daniel S., Ronal K. Atwood and Virginia M. Rogers.
"An Investigation of Relationships Among Question Level,
Reponse Level and Lapse Time," School Science and
Mathematics. 73 : 591 - 595, October, 1973.

Arnold, Daniel S. "Question and Reponse Levels and Lapse
Time Intervals," The Journal of Experimental Education.
43 : 11 - 15, Fall 1974.

Bedwell, Lance E. "The Effects of Training Teacher in
Question Asking Skill on the Achievement and Attitude
of Elementary Pupils," Dissertation Abstracts
International. 35 : 5980-A, March 1975.

Belanger, Maurice. "Learning Studies in Science Education,"
Review of Educational Research. 39 : 377 - 396,
October, 1969.

Belsky, Theodore Bernard. "The Development of an
Expository Inquiry Continuum to Measure Relationship,
Between Expository and Inquiry Teaching Methods and
Student Cognitive Characteristics in Secondary Social
Studies Classes," Dissertation Abstracts International.
32 : 1970-A, October, 1971.

Bills, Frank Lynn. "Developing Creativity Through Inquiry,"
Science Education. 60 : 417 - 421, July - September,
1976.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Educational Objective
Hand Book I : Cognitive Domain. New York, David Mac Kay
Company, Inc., 1956. 270 p.

Blosser, Patricia F. How to Ask the Right Questions ?
Washington D.C., National Science Teachers Associations,
1975

- Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Second - Grade Children," Dissertation Abstracts International. 32 : 2543-A, November 1971.
- Carin Arthur A. Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. 2nd. ed., Charles Merrill Publishing Company Columbus, 1975. 710 p.
- Developing Questioning Teacher A Self Concept Approach. Ohio, Charles T. Merrill Publishing 1971, 169p.
- Carter, Jack L. "The Authoritarian U.S. the Inquiry Approach," School Science and Mathematics. 8 : 686 - 688, November, 1968.
- Cunningham, Roger T. "Developing Question Asking Skills," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice - Hall, 1971. 321 p.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A, January, 1979.
- ✓ De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction. Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968. 800 p.
- ✓ Deveto, Alfred. "Recognizing and Assessing Creativity," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice - Hall, 1971, 321 p.
- Evenson, Louise Lommen. "Effect of High Level Questions on Social Studies Achievement in Cooperative and Competitive Instructional Environments," Dissertation Abstracts International 42 : 541-A, August, 1981.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testion Sevice, Princeton, 1952. 32 p.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York, McGraw - Hill Company, 1973. 681 p.
- ✓ Hill, Brenda W. "Using College Chemistry to Influence Creativity," Journal of Research in Science Teaching. 13 : 71 - 77, 1976.

- Hunkins, Francis P. Question Strategies and Technique. Boston, Allyn and Bacon, Inc, 1972. 146 p.
- Hyman, Ronold T. Ways of Teaching. Philadelphia, New York, Toronto, J.B. Lippincott Company, 1970. 290 p.
- Kleinman Gladys S. "General Science Teacher's Questions, Pupil and Teacher Behavioral and Pupils' understanding of Science," Dissertation Abstracts International. 24 : 5153-A, March, 1964.
- Kolebas, Patricia, "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics, and Interest in Science Levels of Third Grade Students Who Have Participated in Science-A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A, February, 1972.
- Ladd, George T. and H.O. Anderson, "Dertermming the Level of Inquiry in Teacher's Question," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 395 - 400, 1970.
- Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediate Grade Student," Dissertation Abstracts International. 42 : 642-A, August, 1981.
- Martikean, Alexandra. "The Level of Questioning and the Effects upon Student Performance above the Knowledge Level of Bloom's Taxonomy of Education Objective," Eric Document Reproduction Service. Ed. 091248, Culumbus, Ohio, 1973.
- ✓McCandless, Boyd R. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York, Holt, 1978. 568 p.
- Nelson, Miles A. "The Effects on Two Post - Laboratory Discussion Strategies on Urban and Suburban Sixth Grade Children's Learning of Selected Cognitive Skills and Science Principles," Dissertation Abstracts International. 31 : 2262-A, November, 1970.
- Noval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three-Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 95 - 102, 1970.

- Nuthall, Graham. and Clefford J. Wright. "Relationships Between Teacher Behaviors and Pupil Achievement in Three Experimental Elementary Science Lessons," American Educational Research Journal, 7 : 477 - 491, November, 1970.
- *Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A, February, 1978.
- Ryan, Frank L. "Differentiated Effects of Levels of Questioning on Student Achievement," The Journal of Experimental Education. 41 : 63 - 77, Spring, 1973.
- _____. "The Effects on Social Studies Achievement of Multiple Student Responding to Different Levels of Questioning," Journal of Experimental Education. 42 : 71 - 75, Summer 1974.
- Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Fifth - Grade Children," Dissertation Abstracts International. 33 : 2245-A, November 1972.
- Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbridge Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Published by Charles E. Merrill Publishing Company. 1974. 631 p.
- Shelden, Emerson Tzart. "A Staff Development Project to Improve Teacher Questions," Dissertation Abstracts International. 40 : 5308-A, April, 1980.
- Tobin, K.G. "The Effects of Variation in Teacher Wait - Time and Question Quality on Integrated Science Process Achievement for Middle School Student of Differing Formal Reasoning Ability and Locus of Control," Dissertation Abstracts International. 41 : 1520-A, 1980.
- ✓Torrance, E. Paul. Education and the Creative Potential. Minneapolis, the Lund Press, Inc., 1963. 167 p.
- Usaha, Sutep. "An Analysis of Knowledge Level of Question Appearing at the End of Each Chapter of Science Textbooks in Thai Lower Secondary School," Dissertation Abstracts International. 49 : 3405-A, January, 1983.

✓Wallach, Michel A. and Nathan Kogan. Modes of Thinking in Young Children I. Holt Rinehart and Winston, Inc., 1965. 357 p.

✓Washton, Nathan S. Teaching Science Creativity in the Secondary School. Philadelphia : W.B. Saunders, 1967. 430 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แบบทดสอบและคะแนนจากแบบทดสอบ

ตาราง 12 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.80	.28	9.6	25	.73	.32	10.6
2	.74	.41	10.4	26	.40	.47	14.0
3	.33	.25	14.8	27	.47	.66	13.3
4	.41	.23	13.5	28	.48	.44	13.2
5	.54	.34	12.6	29	.33	.53	14.8
6	.67	.25	11.2	30	.30	.35	15.1
7	.71	.34	10.7	31	.80	.43	9.7
8	.41	.23	13.9	32	.65	.25	11.0
9	.21	.31	16.2	33	.65	.70	11.0
10	.75	.31	9.8	34	.52	.30	12.8
11	.67	.32	11.2	35	.50	.26	13.0
12	.44	.30	13.6	36	.50	.61	13.0
13	.64	.32	11.6	37	.66	.45	11.4
14	.81	.55	9.5	38	.80	.43	9.7
15	.82	.40	9.4	39	.68	.51	11.1
16	.80	.43	9.7	40	.59	.56	12.1
17	.52	.30	12.8	41	.72	.80	10.6
18	.74	.41	10.4	42	.77	.35	10.0
19	.56	.46	12.4	43	.60	.35	12.0
20	.81	.55	9.5	44	.63	.40	11.6
21	.77	.35	10.0	45	.56	.46	12.4
22	.78	.47	9.9	46	.46	.34	13.4
23	.80	.28	9.6	47	.65	.36	11.4
24	.78	.55	10.0	48	.44	.38	13.6
				49	.74	.41	10.4
				50	.79	.31	9.8

ตาราง 13 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.80	.20	.16	26	.24	.76	.18
2	.78	.22	.17	27	.56	.34	.19
3	.32	.68	.22	28	.70	.30	.21
4	.68	.32	.22	29	.38	.62	.24
5	.60	.40	.24	30	.24	.76	.18
6	.70	.30	.21	31	.76	.24	.18
7	.64	.36	.23	32	.70	.30	.21
8	.12	.88	.11	33	.80	.20	.16
9	.76	.24	.18	34	.56	.44	.25
10	.84	.16	.13	35	.52	.48	.25
11	.64	.36	.23	36	.54	.46	.25
12	.54	.46	.25	37	.56	.44	.25
13	.66	.34	.22	38	.76	.24	.18
14	.90	.10	.09	39	.52	.48	.25
15	.74	.26	.19	40	.78	.22	.17
16	.86	.14	.12	41	.66	.34	.22
17	.42	.58	.24	42	.88	.12	.11
18	.74	.26	.19	43	.82	.18	.15
19	.64	.36	.23	44	.74	.26	.19
20	.68	.32	.22	45	.44	.56	.25
21	.74	.26	.19	46	.78	.22	.17
22	.74	.26	.19	47	.66	.34	.22
23	1	0	0	48	.66	.34	.22
24	.54	.46	.25	49	.88	.12	.11
25	.84	.16	.13	50	.78	.22	.17

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	45	2025	26	33	1089
2	43	1849	27	33	1089
3	42	1764	28	32	1024
4	41	1681	29	32	1024
5	41	1681	30	32	1024
6	41	1681	31	32	1024
7	39	1521	32	31	961
8	39	1521	33	31	961
9	39	1521	34	30	900
10	39	1521	35	30	900
11	38	1444	36	30	900
12	38	1444	37	27	729
13	38	1444	38	27	729
14	38	1444	39	27	729
15	38	1444	40	26	676
16	37	1369	41	26	676
17	36	1296	42	25	625
18	36	1296	43	25	625
19	36	1296	44	25	625
20	36	1296	45	24	576
21	36	1296	46	23	529
22	36	1296	47	23	529
23	36	1296	48	23	529
24	36	1296	49	19	361
25	34	1156	50	18	324

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-
ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\sum pq = (.80 \times .20) + (.78 \times .17) + \dots + (.78 \times .22) = 9.57$$

$$\sum X = 45 + 43 + \dots + 18 = 1642$$

$$\sum X^2 = 45^2 + 43^2 + \dots + 18^2 = 56036$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{50 \times 56036 - (1642)^2}{50 \times 50} \\ &= 42.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{9.57}{42.25} \right\} \\ &= 1.02 \times .77 \\ &= .7854 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .7854

ตาราง 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 1, ข้อ 2 และข้อ 3

ข้อ ที่ \nคะแนน	ข้อ ที่ 1	ข้อ ที่ 2	ข้อ ที่ 3	p_i	ข้อ ที่ \nคะแนน	ข้อ ที่ 1	ข้อ ที่ 2	ข้อ ที่ 3	p_i
1	26	9	12	47	26	37	16	16	69
2	22	14	11	47	27	33	13	2	48
3	41	13	6	60	28	49	17	12	78
4	24	11	8	43	29	47	19	9	75
5	42	14	17	73	30	37	26	17	80
6	81	35	9	125	31	35	20	8	63
7	36	6	18	60	32	26	20	0	46
8	49	38	22	109	33	13	8	4	25
9	58	24	17	99	34	24	22	8	54
10	36	30	11	77	35	42	9	11	62
11	18	6	21	45	36	21	13	7	41
12	68	34	13	115	37	24	7	0	31
13	23	14	21	58	38	18	5	0	23
14	17	15	4	36	39	44	17	28	89
15	48	16	14	78	40	33	13	9	55
16	25	23	8	56	41	82	29	14	125
17	27	19	2	48	42	39	33	12	84
18	38	22	10	70	43	41	20	11	72
19	41	10	5	56	44	51	7	3	61
20	27	18	0	45	45	48	17	9	74
21	16	9	7	32	46	40	21	0	61
22	68	35	16	119	47	27	20	20	67
23	18	15	11	44	48	33	20	12	65
24	53	22	10	85	49	51	63	12	126
25	63	40	14	117	50	64	35	12	111
					T_i	1924	982	523	$T_o = 3429$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure)

$$\begin{aligned}
 SS_t &= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{T_{\cdot}^2}{kn} \\
 &= 26^2 + 22^2 + 41^2 + \dots + 12^2 - \frac{(3429)^2}{3 \times 50} = 41808.06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_k &= \frac{\sum T_{\cdot j}^2}{n} - \frac{T_{\cdot}^2}{kn} \\
 &= \frac{(1924)^2 + (982)^2 + (523)^2}{50} - \frac{(3429)^2}{3 \times 50} = 20405.64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_p &= \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T_{\cdot}^2}{kn} \\
 &= \frac{(47)^2 + (47)^2 + \dots + (111)^2}{3} - \frac{(3429)^2}{3 \times 50} = 12285.393
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_E &= SS_t - SS_k - SS_p \\
 &= 41808.06 - 20405.64 - 12285.393 = 9117.027
 \end{aligned}$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p} = \frac{12285.393}{50 - 1} = 250.7223$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{9117.027}{(50-1)(3-1)} = 93.0387$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } r_{tt} &= 1 - \frac{93.0387}{250.7233} \\
 &= 1 - .3712109 \\
 &= .6287891
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .6287891

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	26	31	23	25	36
2	32	36	24	18	25
3	16	23	25	19	28
4	37	41	26	17	28
5	18	21	27	27	36
6	21	30	28	26	27
7	33	42	29	17	15
8	36	34	30	17	26
9	30	41	31	18	28
10	20	27	32	24	28
11	23	21	33	31	39
12	20	27	34	21	31
13	28	36	35	26	35
14	27	36	36	19	22
15	25	23	37	26	25
16	22	24	38	17	25
17	27	26	39	25	37
18	25	36	40	19	32
19	16	23	41	27	33
20	15	34	42	31	41
21	24	33	43	19	27
22	19	20	44	23	28
			45	24	34

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	25	29	23	30	31
2	17	32	24	21	31
3	21	32	25	25	38
4	18	26	26	26	42
5	20	41	27	30	36
6	33	38	28	20	25
7	21	34	29	20	22
8	21	31	30	21	22
9	28	38	31	28	33
10	26	33	32	26	37
11	39	45	33	17	23
12	23	34	34	18	20
13	19	38	35	24	28
14	26	36	36	13	34
15	21	32	37	19	24
16	22	32	38	29	37
17	18	35	39	10	21
18	19	17	40	16	26
19	24	39	41	12	21
20	10	16	42	23	22
21	24	34	43	10	27
22	17	27	44	15	18
			45	27	36

ตาราง 18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	31	35	23	17	28
2	23	23	24	22	34
3	25	35	25	19	26
4	28	33	26	29	16
5	24	31	27	17	16
6	19	21	28	29	35
7	21	21	29	29	43
8	30	37	30	23	32
9	26	29	31	31	40
10	18	18	32	30	31
11	11	14	33	22	24
12	22	18	34	14	12
13	24	32	35	27	32
14	23	30	36	20	27
15	26	28	37	19	29
16	23	17	38	20	22
17	22	30	39	21	23
18	20	17	40	28	35
19	24	33	41	22	21
20	17	25	42	18	25
21	33	36	43	20	28
22	19	20	44	15	18
			45	22	25

ตาราง 19 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบ
หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	55	102	23	54	107
2	115	150	24	64	96
3	21	90	25	62	98
4	97	153	26	35	57
5	40	47	27	58	109
6	104	152	28	70	108
7	73	146	29	39	74
8	156	218	30	75	126
9	140	179	31	54	62
10	91	94	32	99	101
11	74	122	33	51	104
12	68	171	34	39	56
13	49	125	35	68	147
14	72	101	36	21	67
15	117	126	37	41	82
16	34	57	38	39	122
17	64	161	39	94	118
18	57	132	40	32	64
19	30	103	41	48	50
20	70	161	42	69	151
21	43	93	43	52	72
22	65	76	44	59	86
			45	29	131

ตาราง 20 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนเรียนและการ
ทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	66	95	23	88	138
2	90	113	24	86	86
3	85	83	25	67	86
4	49	100	26	87	83
5	74	79	27	64	91
6	102	83	28	36	43
7	72	76	29	58	68
8	70	73	30	46	60
9	127	164	31	28	55
10	81	95	32	56	137
11	54	107	33	35	63
12	102	105	34	69	67
13	70	64	35	121	97
14	100	93	36	52	70
15	111	154	37	72	136
16	52	56	38	72	89
17	52	109	39	14	23
18	85	128	40	76	69
19	100	119	41	17	39
20	52	58	42	85	71
21	36	36	43	102	100
22	51	98	44	18	46
			45	123	136

ตาราง 21 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนเรียนและการ
ทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	44	85	23	52	72
2	67	81	24	65	76
3	81	69	25	51	71
4	59	63	26	32	42
5	48	106	27	41	71
6	65	78	28	31	57
7	35	64	29	53	94
8	67	94	30	27	45
9	61	74	31	30	51
10	35	55	32	73	40
11	39	64	33	40	55
12	66	81	34	62	60
13	57	95	35	62	70
14	87	57	36	40	94
15	99	128	37	46	51
16	12	38	38	60	44
17	59	82	39	68	108
18	25	29	40	26	43
19	78	76	41	58	62
20	66	107	42	60	61
21	13	53	43	54	67
22	25	47	44	55	61
			45	121	113

ตาราง 22 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	24	36	23	16	29
2	38	47	24	30	36
3	5	30	25	18	34
4	26	41	26	13	24
5	22	21	27	22	34
6	31	42	28	28	36
7	20	34	29	13	24
8	29	43	30	25	36
9	39	48	31	17	19
10	28	26	32	29	31
11	20	33	33	16	37
12	20	33	34	13	18
13	16	34	35	22	41
14	22	31	36	5	18
15	33	36	37	13	24
16	14	17	38	16	32
17	21	28	39	21	29
18	22	43	40	11	24
19	13	33	41	17	20
20	18	38	42	23	35
21	12	31	43	15	24
22	24	29	44	18	26
			45	12	41

ตาราง 23 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด การ
ทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	27	30	23	31	38
2	30	34	24	24	21
3	31	25	25	20	25
4	19	28	26	32	36
5	23	30	27	22	31
6	34	29	28	13	22
7	34	37	29	20	24
8	28	31	30	23	24
9	34	37	31	13	17
10	30	38	32	29	46
11	18	31	33	19	25
12	31	36	34	31	31
13	20	20	35	32	33
14	33	38	36	24	34
15	30	39	37	30	52
16	19	24	38	27	29
17	30	41	39	5	11
18	27	34	40	25	24
19	35	40	41	8	12
20	21	21	42	22	18
21	19	19	43	34	37
22	27	41	44	6	14
			45	35	40

ตาราง 24 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	19	23	17	24
2	20	29	24	22	25
3	23	25	25	30	30
4	14	24	26	11	12
5	16	27	27	15	25
6	14	28	28	8	14
7	14	24	29	16	28
8	18	28	30	10	16
9	15	26	31	5	19
10	15	23	32	22	18
11	13	26	33	14	21
12	21	30	34	13	17
13	20	30	35	22	24
14	24	20	36	16	32
15	25	31	37	13	25
16	5	18	38	18	21
17	18	27	39	19	35
18	11	13	40	10	14
19	23	30	41	21	22
20	17	34	42	14	20
21	7	18	43	11	16
22	8	17	44	16	21
			45	25	28

ตาราง 25 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	11	16	23	9	13
2	17	23	24	12	16
3	6	16	25	11	12
4	10	17	26	7	11
5	9	10	27	11	14
6	18	19	28	17	16
7	15	16	29	9	13
8	13	19	30	15	14
9	16	19	31	8	13
10	16	16	32	9	15
11	13	15	33	13	18
12	9	21	34	9	11
13	7	14	35	12	17
14	14	17	36	5	10
15	21	18	37	8	11
16	9	11	38	11	16
17	10	18	39	8	14
18	10	14	40	7	11
19	9	17	41	11	10
20	10	16	42	12	21
21	9	18	43	9	18
22	13	13	44	10	13
			45	7	19

ตาราง 26 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	13	16	23	11	14
2	13	13	24	10	12
3	15	16	25	10	11
4	10	16	26	16	19
5	14	14	27	13	15
6	17	15	28	11	10
7	12	14	29	13	17
8	14	13	30	11	11
9	18	15	31	10	12
10	15	14	32	15	18
11	9	18	33	8	12
12	14	19	34	15	13
13	13	13	35	12	16
14	16	16	36	11	15
15	18	16	37	14	17
16	11	9	38	17	18
17	17	20	39	3	5
18	14	15	40	12	12
19	18	20	41	3	7
20	13	13	42	13	10
21	10	9	43	13	15
22	11	15	44	5	10
			45	17	18

ตาราง 27 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด การ
ทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	9	23	12	12
2	10	11	24	11	13
3	12	16	25	12	9
4	8	12	26	9	11
5	8	12	27	9	12
6	10	11	28	4	7
7	9	10	29	10	8
8	9	18	30	6	9
9	9	15	31	5	12
10	6	9	32	11	9
11	10	12	33	6	12
12	13	14	34	8	5
13	9	14	35	13	13
14	14	13	36	8	13
15	16	14	37	5	9
16	4	11	38	13	9
17	12	15	39	9	12
18	9	11	40	8	12
19	12	13	41	9	9
20	9	13	42	13	10
21	6	14	43	8	12
22	6	12	44	8	9
			45	12	16

ตาราง 28 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม การทดสอบ
ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	24	50	23	29	65
2	60	80	24	22	44
3	6	44	25	33	52
4	61	95	26	15	22
5	9	16	27	25	61
6	55	91	28	25	56
7	38	96	29	17	37
8	114	156	30	35	76
9	85	112	31	29	30
10	47	52	32	61	55
11	41	74	33	22	49
12	39	117	34	17	27
13	26	77	35	34	89
14	36	53	36	7	39
15	63	72	37	20	47
16	11	29	38	12	74
17	33	105	39	65	75
18	25	75	40	14	29
19	8	53	41	20	20
20	42	107	42	34	95
21	22	44	43	28	30
22	28	34	44	31	47
			45	10	71

ตาราง 29 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม การทดสอบ
ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	26	45	23	46	86
2	47	66	24	52	53
3	39	42	25	37	46
4	20	56	26	39	28
5	37	35	27	25	45
6	51	35	28	12	11
7	26	25	29	25	27
8	28	25	30	12	25
9	75	112	31	5	26
10	36	43	32	12	73
11	27	58	33	8	26
12	57	50	34	23	23
13	37	31	35	77	48
14	51	39	36	17	21
15	63	99	37	28	70
16	22	23	38	28	42
17	45	48	39	6	7
18	44	79	40	39	33
19	47	59	41	6	20
20	18	24	42	50	43
21	14	8	43	55	48
22	13	42	44	7	22
			45	71	78

ตาราง 30 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนความคิดริเริ่ม การทดสอบ
ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	26	57	23	23	36
2	37	41	24	32	38
3	46	25	25	49	32
4	34	27	26	12	19
5	24	67	27	17	34
6	41	39	28	19	36
7	12	30	29	27	58
8	40	48	30	11	20
9	37	33	31	16	20
10	14	23	32	40	13
11	16	26	33	20	22
12	32	37	34	41	38
13	28	51	35	27	33
14	49	24	36	16	49
15	58	83	37	28	17
16	3	9	38	29	14
17	29	40	39	40	61
18	5	5	40	8	17
19	43	33	41	28	31
20	40	60	42	33	31
21	0	21	43	35	39
22	11	18	44	31	31
			45	84	69

ภาคผนวก ข
แผนการสอน และแบบทดสอบ

แผนการสอนเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เน้นคำถามแบบกว้าง

มี 8 แผนการสอน รวมคำถามทั้งหมด 223 คำถาม เป็นคำถามแบบกว้าง 158 คำถาม คิดเป็นร้อยละ 70.85 และเป็นคำถามแบบแคบ 65 คำถาม คิดเป็นร้อยละ 29.15

แผนการสอนครั้งที่ 1

คาบที่ 1 - 2

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตมีทั้งที่เป็นพืชและสัตว์
3. แสง น้ำ และปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ระบุสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนได้
2. จำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้
3. บอกความหมายของสิ่งแวดล้อมได้
4. สรุปสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน		ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนในห้อง และ	- สิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนในห้องนี้ และ สิ่งที่อยู่รอบตัวเปิดในภาพนี้มีอะไรบ้าง	M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
ดูภาพสิ่งแวดล้อมของเบ็ด ตั้งคำถามดังนี้	- นักเรียนจะจำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนและรอบ ๆ ตัวเบ็ดเป็น 2 พวก ได้แก่ อะไรบ้าง ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก - จากเกณฑ์ทั้งหมดที่นักเรียนบอกมานักเรียนคิดว่าเกณฑ์ใดเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนและตัวเบ็ด - สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบตัวนักเรียนและรอบ ๆ ตัวเบ็ด ถ้าจะจำแนกออกเป็นพวก ๆ จะได้อะไรบ้าง - สรุปทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า สิ่งแวดล้อม นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการสรุปเช่นนี้ - นักเรียนสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อมและประเภทของสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร	M E M E C
2. ใช้คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง	- จากความหมายและประเภทของสิ่งแวดล้อม นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์หรือไม่อย่างไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.1 เรื่องสิ่งแวดลอมมีผลต่อพืช อย่างไรตามการทดลองใน หนังสือเรียน	- จากสมมุติฐาน "สิ่งแวดลอมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช" นักเรียนลองคาดคะเนว่า มีสิ่งแวดลอมใดที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	D
	- ถ้าต้องการทราบว่าแสงแดดมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจริงหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร	D
	- ถ้าต้องการทราบว่าน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจริงหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร	D
	- ถ้าต้องการทราบว่าปริมาณพื้นที่ในการปลูกพืชมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่อย่างไร นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร	D

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลอง มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- ตามความเห็นของนักเรียนคิดว่า ต้นถั่วกระป๋องใดเจริญเติบโตดีที่สุด - เปรียบเทียบต้นถั่วกระป๋องที่ 2 มีลำต้นขาวโหม่งแตกต่างจากต้นถั่วกระป๋องที่ 1 เพราะสิ่งแวดล้อมใด - เปรียบเทียบต้นถั่วกระป๋องที่ 3 มีจำนวนต้นถั่วออกน้อยกว่ากระป๋องที่ 1 มากและลำต้นอ่อนแอกว่าเพราะสิ่งแวดล้อมใด - เปรียบเทียบต้นถั่วกระป๋องที่ 4 บางต้นสูงมาก บางต้นเตี้ยมาก แตกต่างจากต้นถั่วกระป๋องที่ 1 เพราะสิ่งแวดล้อมใด - นักเรียนสรุปว่า แสงแดด น้ำ ปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว จากการทดลองนี้ได้อย่างไร - ถ้านักเรียนจะนำต้นถั่วที่งอกในกระป๋องที่ 1 มาทำนายว่า ถ้าเพาะเมล็ดถั่ว 50 เมล็ด และ 90 เมล็ด จะงอกกี่ต้น	E C C C C D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ถ้านักเรียนทดลองเก็บต้นถั่วกระป๋อง ที่ 2 ไว้ ในที่มีดต่อไป 2 สัปดาห์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร - ถ้านักเรียนทดลองเก็บต้นถั่วกระป๋อง ที่ 3 ไว้เช่นเดิมต่อไปอีก 2 สัปดาห์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร - ถ้านักเรียนทดลองเก็บต้นถั่วกระป๋อง ที่ 4 ไว้เช่นเดิมต่อไปอีก 2 สัปดาห์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร - นักเรียนทราบแล้วว่าพืชต้องการแสง ในการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าเรา ปลูกต้นกุหลาบในที่มืด จะเกิดผล อย่างไร - ถ้านักเรียนจะทำไร่ สนให้โตคนสูง เร็วเท่า ๆ กัน เพื่อขายทำเสาเข็ม นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร - ถ้าจะปลูกผักสวนครัวที่บ้านให้ไ้ผล ผลิตดีที่สุด นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า ดินชนิด ใดเหมาะกับการ เจริญเติบโตของพืช มากที่สุด จะออกแบบการทดลอง อย่างไร	D D D D D D D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้านักเรียนสงสัยว่า ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจริงหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้านักเรียนสงสัยว่าเมล็ดพืชต่างชนิดกัน จะใช้เวลาในการงอกเท่ากันหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - นักเรียนทราบแล้วว่า แสงแดดมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าแสงไฟฟ้ามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - นักเรียนลองคาดคะเนว่าผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนี้ได้อะไร	D D D D D

แผนการสอนครั้งที่ 2
คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

1. ฟิชและสัตว์อยู่ตามลำพังไม่ได้ของฟิชอาศัยกัน
2. แสดงมีความจำเป็นในการสร้างอาหารของฟิช
3. การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารของฟิชโดยอาศัยแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. บอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งฟิชและสัตว์อยู่ตามลำพังไม่ได้จะของฟิชอาศัยกัน
2. สรุปความสัมพันธ์ของฟิชและสัตว์ที่อยู่ร่วมกันจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
3. บอกวิธีทดสอบแบ่งได้
4. บอกความหมายของการสังเคราะห์แสงได้
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับการสร้างอาหารของฟิชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ปลาใน	- สิ่งแวดล้อมของฟิชน้ำ และสิ่งแวดล้อมของปลาในภาพนี้เหมือนกันหรือแตกต่าง C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
อ่างเลี้ยงปลาที่มีฟิชน้ำอยู่ควย ทั้งคำถามดังนี้	กันอย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า ฟิชนหรือ สัตว์อยู่ตามลำพังใดหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐาน "ฟิชนและ สัตว์ต้องพึ่งพาอาศัยกันในการดำรง ชีวิต" นักเรียนจะออกแบบการทดลอง อย่างไร	D <

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ถ้าใช้ปลาชนิดอื่นและพืชชนิดอื่นแทนปลาหางนกยูงและสาหร่ายหางกระรอก ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ของพืชและสัตว์ได้อย่างไร - การที่ปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 คาย อาจจะมีสาเหตุหลายสาเหตุ นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุใดบ้าง - นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดสำคัญที่สุดที่ทำให้ปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 คาย - ถ้าทดลองเก็บสาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 2 ไว้ต่อไปอีก 2 สัปดาห์ ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - ถ้าทดลองเก็บกล่องที่ 3 ไว้ต่อไปอีกหลาย ๆ สัปดาห์ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตในกล่องจะเป็นอย่างไร - ถ้าทดลองเก็บกล่องที่ 2 และกล่องที่ 3 ไว้ต่อไปอีกหลายสัปดาห์เท่ากัน สาหร่ายกล่องใดจะตายก่อน	D C D E D D D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
2. ให้นักเรียนดูสภาพ ตัว 2 กระป๋องที่เจริญ เติบโตแตกต่างกัน คือ กระป๋อง หนึ่งเจริญงอกงามดี ส่วนอีก กระป๋องหนึ่งลำต้นขาวโพลนเหลือง ตั้งคำถามดังนี้ <u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.3 เรื่องการสร้างอาหารของ พืช ตามการทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง	- นักเรียนทราบมาแล้วว่า แสงมีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืช ถ้าในการ ทดลองนี้ น้ำกลิ้งที่ 3 ไม่ตั้งไว้ในที่ มืด จะเกิดผลอย่างไร - ถ้าจะเลี้ยงปลาไว้ในตู้ที่บ้านให้ปลา มีชีวิตอยู่ได้นานที่สุด นักเรียนจะ ปฏิบัติอย่างไร - ถ้านำต้นแก้วทั้งสองกระป๋องไปไว้ในที่ มืดหลาย ๆ สัปดาห์ จะเกิดผลอย่างไร - แสงช่วยให้พืชเจริญเติบโตและดำรง ชีวิตอยู่ได้ นักเรียนคาดคะเนว่า แสง ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร
นำข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง	D D D D M

	กิจกรรมการเรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
และนำความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์ที่ใกล้เคียง ดัง คำถามดังนี้	- ใบที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสี น้ำเงินเข้ม แสดงว่าในใบมีสารใด	M
	- ใบที่ทดสอบด้วยสารละลาย ไอโอดีนแล้ว ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าในใบไม่มีสารใด	M
	- ใบที่อยู่ในสถานะใดที่พบว่ามีแป้ง	M
	- ถ้านักเรียนทำการทดลองเช่นเดียวกัน กับการทดลองนี้ โดยใช้พืชชนิดอื่น ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร	D
	- นักเรียนสรุปแสงแดดช่วยให้พืชเจริญ เติบโตได้อย่างไรจากการทดลองนี้	C
	- การสร้างอาหารของพืชต้องใช้ แสงแดด ถ้าใช้แสงชนิดอื่นได้หรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร	D
	- การสร้างอาหารของพืชต้องใช้ แสงแดด ดังนั้นถ้าปลูกกุหลาบต้นหนึ่ง ไว้กลางแจ้งให้ได้รับแสงทุกวัน ส่วน อีกต้นหนึ่งให้ได้รับแสงวันเว้นวัน จะ เกิดผลอย่างไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- นักเรียนคิดว่าต้นไม้ประดับภายในบ้านจะสร้างอาหารได้ดีเท่ากับต้นไม้กลางแจ้งหรือไม่ - ต้นไม้ที่อยู่ตามกลางแจ้งแดด กับ ต้นไม้ที่อยู่ในร่มมีแสงสว่าง การสร้างอาหารจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐาน "ต้นไม้ที่อยู่ตามกลางแจ้งแดด สร้างอาหารได้มากกว่าต้นไม้ที่อยู่ในร่มมีแสงสว่าง" จะออกแบบการทดลองอย่างไร - สรุปกระบวนการสร้างอาหารของพืช โดยอาศัยแสงเรียกว่าการสังเคราะห์แสง หรือการปรุงอาหาร นักเรียนคิดว่าระหว่างที่เรียกว่า การแสงกับการปรุงอาหารอย่างใดเหมาะสมกว่ากัน	D D D E

แผนการสอนครั้งที่ 3
คาบที่ 5 - 6

ความคิดรวบยอด

1. พืชเป็นผู้ผลิตสามารถสร้างอาหารเองได้
2. สัตว์เป็นผู้บริโภคไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
3. ห่วงโซ่อาหารแสดงให้เห็นถึงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค จะมีพืชเป็นอาหารชั้นต้นเสมอ
4. การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารเป็นการถ่ายทอดพลังงาน
5. สายใยอาหารแสดงถึงความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่
6. พืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์
7. แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. บอกความหมายของ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารได้
 2. จำแนกประเภทของสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินได้
 3. เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารได้
 4. สรุปว่าพืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 5. บอกแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิตได้
 6. สรุปความสัมพันธ์ของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร กับ การถ่ายทอดพลังงานระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพสัตว์ เช่น สุนัข แมว ไก่ วัว และคน เป็นต้น ทั้งคำถามดังนี้	- สุนัข แมว ไก่ วัว และคน กินอะไรเป็นอาหาร อาหารเหล่านั้นเป็นพืชหรือสัตว์ M - ถ้าจะจำแนกสัตว์เหล่านี้เป็นพวก ๆ ได้ก็พวกอะไรบ้าง ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก M - จากเกณฑ์ที่บอกมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าเกณฑ์ใดเหมาะสมที่สุดในการจำแนกสัตว์เหล่านี้ E - สัตว์ที่ถูกกินเป็นอาหารได้อาหารมาจากไหน M - อาหารชั้นต้นของสัตว์เหล่านี้ได้แก่พืช ดังนั้นถ้าเป็นสัตว์ชนิดอื่น ๆ จะได้ข้อสรุปเช่นเดียวกันหรือไม่อย่างไร D - ถ้าผู้ผลิต คือผู้สร้าง และผู้บริโภค คือผู้ใช้หรือกิน นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตประเภทใดเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค เพราะเหตุใด E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- ถ้ามีพืชชนิดหนึ่งสามารถสร้างอาหาร เองได้และสามารถกินสัตว์เป็นอาหาร ได้ นักเรียนจะตัดสินว่าเป็นผู้ผลิตหรือ ผู้บริโภค เพราะเหตุใด - ความเกี่ยวพันต่อเนื่องกันเราเรียกว่า ลูกโซ่หรือห่วงโซ่ ตามความคิดเห็นของ นักเรียนการกินกันเป็นทอด ๆ ระหว่าง ผู้ผลิตกับผู้บริโภค ควรจะเรียกว่า อย่างไรจึงเหมาะสมที่สุด - การเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร ผู้ ผลิตจะอยู่ซ้ายมือของผู้บริโภค โดยมี ลูกศรชี้ไปยังผู้บริโภค ถ้ากำหนดให้ ไก่ ข้าวเปลือก และคน นักเรียนจะ เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารได้ อย่างไร - จากแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร อาหาร ชั้นต้นใดแก่ สิ่งมีชีวิตประเภทใด ผู้ บริโภคชั้นที่ 1 และสุดท้ายคืออะไร - ในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตมักจะกินและถูก กินด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด จึงมีความ สัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ	E E M M E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
2. ทบทวนเกี่ยวกับพืช และสัตว์ต้องการอาหารเพื่อประโยชน์อะไร ตั้งคำถามดังนี้	ห่วงโซ่เชื่อมโยงกัน ตามความคิดของนักเรียน ควรเรียกความสัมพันธ์ในลักษณะนี้อย่างไร จึงเหมาะสมที่สุด - ถ้ากำหนด นกกระจอก ข้าวเปลือก หนอน แมลง สุนัข กระทาย เหยี่ยว หอยทาก จะเขียนแผนผังแสดงสายใยอาหารอย่างไร	M
	- นกกระจอกที่กินหนอนอย่างเดียวกับ นกกระจอกที่กินข้าวเปลือกอย่างเดียวกัน จะเจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่	D
	- นักเรียนจะทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "นกกระจอกที่กินหนอนอย่างเดียวกับนกกระจอกที่กินข้าวเปลือกอย่างเดียวกัน จะเจริญเติบโตแตกต่างกัน" จะออกแบบการทดลองอย่างไร	D
	- ทำไมสิ่งมีชีวิตต้องกินอาหาร	C
	- การเคลื่อนที่ของสัตว์ต้องใช้พลังงาน นักเรียนลองคาดคะเนคิดว่าพืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้หรือไม่ อย่างไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.4 เรื่องพืชมีพลังงานหรือไม่ การทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- จากการสังเกตตำแหน่งของถ้วยกระดาษสูงขึ้น นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด - พลังงานที่ใช้ในการงอกและการเจริญเติบโตของตัวได้มาจากไหน - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร - ถ้านักเรียนจะทดสอบสมมุติฐาน "พืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์" จะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยไม่ซ้ำกับที่ทดลองแล้ว - มีผู้กล่าวว่า "ไม่ควรปลูกต้นไม้ใหญ่ ๆ ไว้ใกล้ติดกับอาคารที่เป็นตึกเป็นอันขาด" นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อคำกล่าวนี้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
	- นักเรียนจะนำผลการทดลองนี้ไปอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของพลังงานกับห่วงโซ่อาหารได้อย่างไร - นักเรียนคิดว่าแหล่งกำเนิดของพลังงานที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิตคืออะไร - พืชต่างชนิดกันจะมีพลังงานและใช้พลังงานเท่ากันหรือไม่ - ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "พืชต่างชนิดกันมีพลังงานและใช้พลังงานแตกต่างกัน" จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ระหว่างพืชกับสัตว์ นักเรียนคิดว่าสิ่งใดจะให้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของเรามากกว่ากัน - ถ้าโลกเราขาดแสงอาทิตย์ จะเกิดผลอย่างไรบ้าง - นักเรียนทราบมาแล้วว่า พืชมีพลังงาน และสามารถใช้พลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์ ดังนั้น ถ้าเราปลูกมะม่วงขนาดใหญ่ไว้ใกล้บ้าน จะเกิดผลอย่างไรบ้าง	C E D D E D D

แผนการสอนครั้งที่ 4

คาบที่ 7 - 8

ความถึกรวบยอก

1. สิ่งทีจําเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากแสงแล้ว ยังต้องใช้คลอโรฟิลล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ
2. การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารของพืช จากคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยพลังงานแสงและคลอโรฟิลล์
3. พืชสีเขียวเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. บอกความหมายของคลอโรฟิลล์ได้
 2. สรุปสิ่งจำเป็นต้องการใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 3. บอกได้ว่าพืชสีเขียวเท่านั้นที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u>		
1. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง	- สิ่งทีจําเป็นต้องการใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากแสงแล้วนักเรียน	D

กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
ของพืช ทั้งคำถามดังนี้ <u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.5 เรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง - ตอนที่ 1 การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นในการสังเคราะห์แสง - ตอนที่ 2 การทดสอบสารสีเขียวในใบพืชจำเป็นในการสังเคราะห์แสง ตามการทดลองในหนังสือเรียน	ลองคาดคะเนว่าพืชจำเป็นต้องใช้สิ่งใดในการสังเคราะห์แสงอีกบ้าง - ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความจำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง" จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "สารสีเขียวในใบพืชมีความจำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง" จะออกแบบการทดลองอย่างไร	D D

	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับคำถามดังนี้ - ตอนที่ 1 การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นในการสังเคราะห์แสง	- นักเรียนคิดว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติอย่างไร - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติเกี่ยวกับคาร์บอนไดออกไซด์สภาพภายในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงจะเป็นอย่างไร - จากการทดสอบใบถั่วจากถุงพลาสติกทั้งสองด้วยสารละลายไอโอดีน ได้ผลเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - นักเรียนสรุปสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง จากการทดลองนี้ได้อย่างไร - ถาดทดลองเก็บต้นถั่วทั้งสองถุง ไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - ถ่ากรทดลองนี้เปิดปากถุงทั้งสองถุง ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - ถ้าใส่สารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์แทนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร	D M C C D D D

กิจกรรมการ เรียนการสอน		ประเภทของ คำถาม
ตอนที่ 2 การทดสอบ คลอโรฟิลล์จำเป็นในการ สังเคราะห์แสง	- ถ้าไม่ใส่สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ในถุงที่ปิดปาก ผลการ ทดลองจะเป็นอย่างไร	D
	- เมื่อทดสอบใบชบาด้วยสารละลาย ไอโอดีนได้ผลอย่างไร	M
	- สารสีเขียวในใบพืช คือคลอโรฟิลล์ นักเรียนสรุปสิ่งจำเป็นในการ สังเคราะห์แสงจากการทดลองนี้ ได้อย่างไร	C
	- ใบพืชสีเขียวใบแก่กับใบพืชสีเขียวใบ อ่อนจะสังเคราะห์แสงแตกต่างกัน หรือไม่	D
	- ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐาน ที่ว่า "พืชสีเขียวใบแก่กับพืชสีเขียวใบ อ่อนสังเคราะห์แสงได้แตกต่างกัน" จะออกแบบการทดลองอย่างไร	D
	- นักเรียนทราบแล้วว่าคลอโรฟิลล์ในใบพืช จำเป็นในการสังเคราะห์แสง ดังนั้น พืชที่มีลำต้นสีเขียวหรือรากสีเขียว สามารถสังเคราะห์แสงได้หรือไม่ อย่างไร	D

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
- นักเรียนทราบแล้วว่าพืชสีเขียวสามารถสังเคราะห์แสงได้ ดังนั้นเห็นอย่าง เห็นนางฟ้า เห็นหนู เราสามารถสังเคราะห์แสงได้หรือไม่อย่างไร - ถ้าพืชที่เคยสังเคราะห์แสงได้ขาดคลอโรฟิลล์ จะทำให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างไรบ้าง - ถ้าหาวาสลิมนใบพืชทั้งสองคัน แล้วนำต้นพืชไปวางไว้กลางแจ้ง 3 ชั่วโมง จึงนำใบมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนปรากฏว่าไม่พบแป้งในใบพืชนั้นเลย นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด - จากการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง สรุปได้ว่า สิ่งที่เป็นตัวต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชได้แก่ แสง คาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟิลล์ และน้ำ ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าน้ำจำเป็นหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร	D D D D

แผนการสอนครั้งที่ 5
คาบที่ 9 - 10

ความคิดรวบยอด

1. ใบพืชที่เห็นสีเขียวประกอบด้วยคลอโรฟิลล์และสารสีอื่น ๆ สามารถแยกออกมาได้โดยวิธีโครมาโตกราฟี
2. น้ำตาลกลูโคสเป็นสารแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาโดยอาศัยแสง แล้วพืชจึงเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแป้งโดยไม่ต้องการแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. แยกสารสีต่าง ๆ ในใบไม้โดยวิธีโครมาโตกราฟีได้
 2. สรุปว่าสีเขียวในใบไม้ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์และสารสีอื่น ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 3. สรุปว่าน้ำตาลกลูโคสเป็นสารแรกที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยแสงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 4. สรุปว่าพืชเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแป้งโดยไม่ต้องการแสงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

กิจกรรมการ เรียนการสอน

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูใบพืช สีเขียว เช่น ใบผักบุ้ง ใบ มะม่วง เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้	- ใบไม้ที่นักเรียนเห็นเป็นสีเขียวนี้ นักเรียนถือว่าเป็นสีเขียวของ คลอโรฟิลล์อย่างใด หรือประกอบ ด้วยสารสีอื่นด้วย - ถ้านักเรียนคิดว่าใบไม้ที่เห็นสีเขียวนี้ นอกจากคลอโรฟิลล์แล้วยังประกอบ ด้วยสารสีอื่นด้วย นักเรียนลองคาด คะเนว่า มีสารสีใดบ้างประกอบอยู่ ด้วย - ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมุติฐาน ดังกล่าวข้างต้น ที่ว่า คลอโรฟิลล์ ประกอบด้วยสารสีเหลือง นักเรียน จะออกแบบการทดลองอย่างไร
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.6 เรื่องการแยกคลอโรฟิลล์ ด้วยวิธีโครมาโตกราฟี ตามการทดลองในหนังสือ เรียน	

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้ 2. ตั้งคำถามเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงนำเข้าสู่การทดลอง ดังนี้	- นักเรียนสังเกตเห็นแถบสีเหลืองอยู่สูงกว่าสีเขียวตอน และแถบสีเขียวแกมน้ำเงิน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด D - นักเรียนคิดว่าแถบสีบนกระดาษกรองสีที่แท้จริงของคลอโรพลาสต์เป็นสีใด D - สารสีเหลืองนี้เรียกว่า แคโรทีน นักเรียนคิดว่ามันมีสีเหลือง เป็นสารแคโรทีนหรือไม่ เพราะเหตุใด D - นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร C - นักเรียนเคยสังเกตเห็น ใบไม้แก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด D - ในการพิสูจน์ว่าพืชมีการสังเคราะห์แสง เราจะทดสอบพบแป้งในใบพืช นักเรียนคิดว่า สารแรกที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงคือแป้งหรือไม่ D

กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.7 เรื่อง ฟิสิกส์เปลี่ยนแปงจากสารโค การทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- ถ้านักเรียนคาดคะเนว่า สารแรกที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงไม่ใช่แป้ง นักเรียนลองคาดคะเนว่าสารโคเป็นสารแรกที่มีสังเคราะห์แสงได้ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นแป้ง - เมื่อทดสอบใบถั่วทั้งสองที่แช่ในสารละลายน้ำตาลกลูโคสและน้ำ ใต้น้ำเป็นอย่างไร - จากการทดลองแป้งที่ทดสอบพบในใบถั่วที่แช่สารละลายน้ำตาลกลูโคสเกิดจากการสังเคราะห์แสงหรือไม่ - ใบถั่วสามารถเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแป้งโดยไม่ต้องใช้แสงหรือไม่	D M M M

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
- นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่า อย่างไร - นักเรียนทราบแล้วว่า การสร้าง อาหารของพืชต้องใช้แสง ถ้าขาด แสงพืชจะไม่สามารถสร้างอาหารได้ ดังนั้นจากผลการทดลองนี้จะนำไป ทำนายสารแรกๆที่พืชสร้างขึ้นลำดับ แรกในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยพืชใช้แสงได้อย่างไร - ถ้านำกลองทดลองทั้งสองไปไว้ในที่มี แสงเป็นเวลา 3 วัน ผลการทดลอง จะเป็นอย่างไร - ถ้าให้นักเรียนต้องการตรวจสอบสมมุติฐาน ที่ว่าใบในกลองทั้งสองจะเปลี่ยนเป็น สีน้ำเงินเข้มเมื่อทดสอบด้วยสารละลาย ไอโอดีน นักเรียนจะมีแนวทางการทดลอง อย่างไร - ถ้าใช้สารละลายน้ำตาลทรายแทนสาร ละลายน้ำตาลกลูโคส แล้วเก็บกลอง ทั้งสองไว้ในตู้มืด 3 วัน ผลการทดลอง จะเป็นอย่างไร	C D D D D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
ครูอธิบายขั้นตอนการ สังเคราะห์แสง	- ถ้าต้องการพิสูจน์ว่าสารละลายน้ำตาล กลูโคสซึมผ่านเยื่อหุ้มใบได้แต่ซึมผ่าน เยื่อหุ้มใบไม่ได้ นักเรียนจะมีวิธี การทดลองอย่างไร การสังเคราะห์แสงมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 พืชสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส จากการรับอนิออนออกไซด์และ น้ำ โดยอาศัยแสงและ คลอโรฟิลล์ ขั้นที่ 2 พืชสังเคราะห์แป้งจากน้ำตาล กลูโคส โดยไม่ต้องอาศัยแสง ใบเวลากลางวันพืชเปลี่ยนน้ำตาล กลูโคสให้เป็นแป้งเก็บสะสมที่ใบ ส่วน เวลากลางคืนพืชเปลี่ยนแป้งกลับเป็น น้ำตาลกลูโคสและลำเลียงไปยังส่วน ต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้พืชยัง สามารถเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็น ไขมันและโปรตีนได้ - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่สามารถ เปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแป้ง โปรตีน ไขมัน และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช	D M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
ครูอธิบายให้ทราบว่า สารที่เกิดจากกระบวนการ สังเคราะห์แสง นอกจากน้ำตาล กลูโคสแล้วยังมี ออกซิเจนและ น้ำอีกด้วย	- ในการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจาก จะได้น้ำตาลกลูโคสเป็นสารแรกแล้ว ยังมีสารอื่น ๆ เกิดมาพร้อมกันด้วย นักเรียนลองคาดคะเนว่าคือสารใด บ้าง	D
	- นักเรียนต้องการตรวจสอบว่า การ สังเคราะห์แสงของพืชได้น้ำจริงหรือไม่ จะมีแนวการทดลองอย่างไร	D
	- นักเรียนต้องการตรวจสอบว่า การ สังเคราะห์แสงของพืชได้ออกซิ เจนจริงหรือไม่ จะมีแนวการ ทดลองอย่างไร - จากการศึกษาเรื่องการสังเคราะห์ แสง นักเรียนจะนำไปใช้ในการทำนาย การเลี้ยงปลาทางนากุ้งร่วมกับ สาหร่ายทางกระรอก จะอยู่ได้นานกว่า การเลี้ยงปลาทางนากุ้งตามลำพังได้ อย่างไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- ความรู้สึกเห็นของนักเรียน สิ่งใด จำเป็นที่ต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง ของพืชมากที่สุด	E

แผนการสอนครั้งที่ 6

คาบที่ 11 - 12

ความคิดรวบยอด

1. พืชและสัตว์หายใจโดยการคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ
2. การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ การเน่าเปื่อยของซากพืชและสัตว์ และการเผาไหม้จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่บรรยากาศ แล้วพืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการสังเคราะห์แสง แล้วให้ก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ พืชและสัตว์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ ทำให้เกิดการหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้ จะมีความสามารถ

1. ทดสอบก๊าซที่เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ด้วยสารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ได้
2. สรุปผลเกี่ยวกับการหายใจของพืชและสัตว์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
3. อธิบายและแปลความหมายจากแผนภาพแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ใจคำถามทบทวน ความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ แสง	- ก๊าซที่จำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชใดแก๊สอะไร - พืชห้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงตลอดเวลา นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับก๊าซนี้ในบรรยากาศ - ในบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ย 0.3% ขององค์ประกอบที่เป็นก๊าซทั้งหมด นักเรียนลองคาดคะเนว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหนและมีการหมุนเวียนอย่างไรจึงไม่หมดไป	M E D
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.8 เรื่องการหายใจของสัตว์ การทดลอง 6.9 เรื่องการหายใจของพืช ตามการทดลองในหนังสือเรียน		

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องตั้งคำถามดังนี้ การทดลอง 6.8 เรื่อง การหายใจของสัตว์ การทดลอง 6.9 เรื่อง การหายใจของพืช	- จากผลการทดลองสารละลายคลอซีมไฮดรอกไซด์ในถ้วยทั้งสองเกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร เป็นเพราะเหตุใด C - จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสัตว์หายใจให้ก๊าซอะไรออกมา M - ถ้านักเรียนทดลองตั้งทดลองทั้งสองไว้ต่อไปอีก 1 สัปดาห์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร D - ถ้าการทดลองนี้เปิดปากช่องทั้งสอง ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร D - จากผลการทดลองสารละลายคลอซีมไฮดรอกไซด์ในถ้วยทั้งสองเกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร เป็นเพราะเหตุใด C - จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าพืชหายใจให้ก๊าซอะไรออกมา M - ถ้านักเรียนทดลองตั้งทดลองทั้งสองไว้ต่อไปอีก 2 สัปดาห์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร D

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
2. ให้นักเรียนดูแผน ภาพแสดงการหมุนเวียนของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตั้งคำถามดังนี้	- ถ้าการทดลองนี้เปิดฝากล่องทั้งสอง ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร D - นักเรียนอธิบายแผนภาพแสดงการ หมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศได้อย่างไร C - ถ้าการสังเคราะห์แสงของพืชไม่ให้ ก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ จะเกิดผลอย่างไร D - มีผู้กล่าวว่า "ในเวลากลางคืนนั่งใต้ ต้นไม้ใหญ่จะรู้สึกอึดอัด แต่ในเวลา กลางวันจะรู้สึกสดชื่น" นักเรียนมี ความคิดเห็นอย่างไรต่อคำกล่าวนี้ E - ถ้าสมมุติว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ค่อย ๆ ลดปริมาณลงจนหมดไป จะ เกิดผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต D - สภาพบรรยากาศในกรุงเทพ ฯ เขต ชุมชนหนาแน่นกับในชนบทแตกต่างกัน อย่างไร C - นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ ปัญหาสภาพบรรยากาศในกรุงเทพฯ เขตชุมชนหนาแน่น D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- วิธีแก้ปัญหาคือที่บอกมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุด ในการแก้ปัญหาสภาพบรรยากาศในกรุงเทพฯ - คนที่ไม่ปลูกตามเกาะกลางถนนในกรุงเทพฯ ไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควร นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุใดบ้าง - จากสาเหตุที่นักเรียนกล่าวมาทั้งหมด ตามความคิดเห็นของนักเรียนคิดว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุด - ตามรถโดยสาร ชสมก หรือรถปรับอากาศจะคิดว่า น้ามสมนุหรี หรือ กอสมนุหรี สาเหตุที่ต้องติดไว้เช่นนั้น นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุใดบ้าง - จากสาเหตุทั้งหมด นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดสำคัญที่สุด - ตามเกาะกลางถนนในกรุงเทพฯ นักเรียนจะพบป้ายมีข้อความว่า "คนไม่คือเพื่อนชีวิต เจ้าคุณอากาศพิษแทนร่าง" นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข้อความนี้	E D E D E E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ระหว่างการคาร์บอนไดออกไซด์กับก๊าซออกซิเจน นักเรียนคิดว่าก๊าซใดให้ประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่ากัน - ถ้าป่าไม้ในประเทศไทยถูกทำลายหมด จะเกิดผลอย่างไรต่อเมืองไทย	E D

แผนการสอนครั้งที่ 7

คาบที่ 13 - 14

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
2. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน จัดรวมเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต
3. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตประกอบกันเป็นระบบนิเวศน์
4. ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันเสมอ แต่จำนวนและชนิดของพืชหรือสัตว์ในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ย่อมไม่เหมือนกัน
5. สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. ยกตัวอย่างพืชและสัตว์ที่พึ่งพาอาศัยกันในการดำรงชีวิตได้
 2. บอกความหมายของระบบนิเวศน์ แหล่งที่อยู่อาศัย กลุ่มสิ่งมีชีวิต สมดุลธรรมชาติ และภาวะสมดุลได้
 3. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพ แสดงการพึ่งพาอาศัยกันของพืช และสัตว์ เช่น พืชที่เป็นที่อยู่ ของสัตว์ พืชอาศัยแมลงช่วย ผสมเกสร เป็นต้น ตั้งคำถาม ดังนี้ 2. ให้นักเรียนดูภาพ แสดงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน	- จากภาพนี้พืชและสัตว์พึ่งพาอาศัยกัน เกี่ยวกับเรื่องใด - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชและสัตว์ที่ พึ่งพาอาศัยกัน ในบ้านต่าง ๆ ให้ มากที่สุด - นักเรียนทราบมาแล้วว่า พืชและสัตว์ ต่างพึ่งพากันในเรื่องต่าง ๆ ดังนั้น ถ้าโลกนี้มีแต่พืชอย่างเดียวไม่มีสัตว์ จะเกิดผลบนโลกอย่างไรบ้าง - ผลที่เกิดขึ้นที่มีต่อพืชที่สำคัญมากที่สุด คืออะไร - ถ้าโลกนี้มีแต่สัตว์อย่างเดียว ไม่มีพืช จะเกิดผลอย่างไรบ้างบนโลก - ผลที่เกิดขึ้นที่มีต่อสัตว์ที่สำคัญมากที่สุด คืออะไร - สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในภาพนี้มี อะไรบ้าง	C M D E D E M

กิจกรรมการ เรียนการสอน		ประเภทของ คำถาม
ในสิ่งแวดลอมหนึ่ง ตั้งคำถาม ดังนี้	➢ ตามความคิดเห็นของนักเรียนจะเรียก สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันเหล่านี้ว่า อย่างไรไ้บ้าง - จากที่นักเรียนกล่าวมาทั้งหมด ความ คิดเห็นของใคร เหมาะสมที่สุดในการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน - ตามความคิดเห็นของนักเรียน สิ่งแวดลอมที่ไม่มีชีวิตเหล่านี้จะเรียก ว่าอย่างไร - จากที่นักเรียนกล่าวมาทั้งหมด ความ คิดเห็นใดเหมาะสมที่สุดในการ เรียก สิ่งแวดลอมที่ไม่มีชีวิตเหล่านี้ - สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดลอมที่ไม่มีชีวิตมี ความสัมพันธ์กันอย่างไรไ้บ้าง - ตามความคิดเห็นของนักเรียน สิ่งมี ชีวิตและสิ่งแวดลอมที่ไม่มีชีวิตที่อยู่ใน บริเวณเดียวกันและมีความสัมพันธ์กัน เช่นนี้ จะรวมเรียกว่าอย่างไร ➢ จากที่นักเรียนกล่าวมาทั้งหมด ความ คิดเห็นใดเหมาะสมที่สุดในการ เรียก ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่ง แวดลอมที่ไม่มีชีวิต	E E E E C E E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.10 เรื่องการสำรวจระบบนิเวศน์ตามการทดลองในหนังสือเรียน	- ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งที่จัดเป็นระบบนิเวศน์ให้มากที่สุด	M
	- จากตัวอย่างระบบนิเวศน์เหล่านี้ ถ้าจำแนกระบบนิเวศน์เป็น 2 พวกใหญ่ ควรใช้เกณฑ์ใดจึงเหมาะสมที่สุด	E
	- ถ้านักเรียนจะจัดหัตถ์ศึกษา เพื่อสำรวจระบบนิเวศน์รอบ ๆ โรงเรียน นักเรียนจะวางแผนอย่างไร	D
	- ให้นักเรียนลองคาดคะเนว่า ในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ รอบบริเวณโรงเรียน จำนวนและชนิดของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ดังคำถามดังนี้	- แหล่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอมา มีจำนวนขนาด ชนิดของพืชและสัตว์ และสิ่งแวดล้อมเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร - แหล่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจมาเป็นระบบนิเวศน์ใดหรือไม่ - นักเรียนสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศน์ใดว่าอย่างไร
ครูอธิบายความหมายของสมมูลธรรมชาติ และภาวะสมมูลของระบบนิเวศน์	ในระบบนิเวศน์หนึ่ง กลุ่มสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ปริมาณของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ธรรมชาติจะคอยควบคุมจำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคให้พอเหมาะ คือถ้าผู้ผลิตเพิ่มขึ้นผู้บริโภคจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เราเรียกภาวะนี้ว่าสมมูลธรรมชาติ ถ้าสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อย เราเรียกภาวะนี้ว่า ภาวะสมดุล

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
3. ใช้คำถามนำเข้าสู่การทดลองดังนี้	- ปัจจุบันระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ในโลกเสื่อมโทรมมาก นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะสาเหตุใดบ้าง - จากสาเหตุที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่า สิ่งใดเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ในประเทศไทยเสื่อมโทรม - ถ้าระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ในโลกเสื่อมโทรมมากขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลอย่างไรต่อมนุษย์ - การทำลายป่าทำให้สิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นักเรียนลองคาดคะเนว่า เพราะเหตุใดได้บ้าง	D E D D
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.11 เรื่อง การปรับตัวของ คนทั่วไปเข้ากับสิ่งแวดล้อม ตาม การทดลองในหนังสือเรียน		

	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ดังคำถามดังนี้	- สิ่งแวดล้อมที่มีผลทำให้ลำต้นถั่วหักลงกระป๋องแตกต่างกันคืออะไร - การที่ลำต้นถั่วที่อยู่ในสังกะสีเอนไปทางแสงสว่างหมายความว่าอย่างไร - นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร - ในการทดลองนี้ ถ้าเจาะลงที่ส่วนบน ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - ถ้านักเรียนจะทำไร้ต้นสนให้โค่นล้มที่มีลำต้นสูงมาก ๆ นักเรียนจะมีหลักปฏิบัติอย่างไร - ถ้านักเรียนปลูกผักคะน้าแปลงหนึ่ง ผักคะน้าไม่เจริญเท่าที่ควร นักเรียนคิดว่าเหตุใดไ้ - ถ้าน้ำสาหร่ายทะเลมาเลี้ยงไว้ในน้ำจืด นักเรียนคิดว่าสาหร่ายทะเลจะมีชีวิตอยู่หรือไม่ - ถ้าน้ำต้นไม้ประกับภายในบ้านออกมาไว้กลางแจ้งจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของไม้ประดับไ้	M M C D D D D D

แผนการสอนครั้งที่ 8

คาบที่ 15 - 16

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์
2. มนุษย์สามารถควบคุม และเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมตามความต้องการ ได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น ซึ่งบางครั้งทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลได้
3. การทำลายป่าทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลได้ ก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ยกตัวอย่างการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของพืชและสัตว์ได้
2. ระบุลักษณะของสัตว์ที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ได้
3. สรุปได้ว่ามนุษย์เป็นผู้ก่อให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ได้
4. สรุปผลจากข้อมูลที่ไดจากการทดลองได้
5. บอกวิธีแก้ปัญหากการเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ได้
6. บอกวิธีป้องกันการเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u>		
1. ให้นักเรียนดูภาพแสดงพืชและสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ภาพผักกอกชวาลอยในน้ำ ตั๊กแตนกับใบไม้ ตั้งคำถามดังนี้	- ลักษณะใดของผักกอกชวาที่แสดงให้เห็นว่ามีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุดภายในเวลา 5 นาที - นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับคำกล่าวที่ว่า "พืชประเภทเดียวกันมักจะขึ้นในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน" - ลักษณะใดของตั๊กแตนที่แสดงให้เห็นว่ามีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม - ให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุดภายในเวลา 5 นาที - สรุปลักษณะและสัตว์ที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อประโยชน์อะไร - ตามความคิดเห็นของนักเรียนระหว่างพืชกับสัตว์ สิ่งมีชีวิตประเภทใดมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่ากัน	M M E M M C E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
2. ให้นักเรียนดูภาพสัตว์ป่าที่สูญพันธุ์ และสัตว์ป่าที่กำลังจะสูญพันธุ์ เช่น ละองละมั่ง โคไพร กระซู่ เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้	- ถ้าสิ่งมีชีวิตไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ จะเกิดผลอย่างไรต่อระบบนิเวศนั้นของโลก D - จากการดูลักษณะของสัตว์ป่าเหล่านี้ นักเรียนคิดว่า เป็นอุปสรรคต่อการอยู่รอดของสัตว์เหล่านี้หรือไม่อย่างไร D - นอกจากลักษณะต่าง ๆ ของสัตว์ป่าเหล่านี้แล้ว นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุใดอีกบ้างที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ D - จากสาเหตุที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดสำคัญที่สุดที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์เร็ว E - นักเรียนจะมีส่วนช่วยให้สัตว์ป่าที่เหลืออยู่น้อยสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้ยาวนานที่สุดได้โดยวิธีใดบ้าง D
3. ให้นักเรียนดูภาพน้ำเสีย ตั้งคำถามดังนี้	- การเกิดสภาพดังภาพนี้ นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใดบ้าง D - จากสาเหตุที่กล่าวมาทั้งหมดตามความคิดเห็นของนักเรียนสาเหตุใดสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดสภาพเช่นนี้ E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- การที่น้ำมีสภาพเช่นนี้ นักเรียนคิดว่าทำให้ระบบนิเวศน์เสียภาวะสมดุลหรือไม่อย่างไร - นักเรียนมีความรู้สิ่งใดเกี่ยวกับสภาพน้ำเสียในกรุงเทพฯ - นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาน้ำเสียอย่างไรบ้าง - วิธีแก้ปัญหาน้ำเสียที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดดีที่สุดที่จะใช้ในประเทศไทย - ถ้านำในแม่น้ำลำคลองในประเทศไทย กลายเป็นน้ำเน่าเสียทั้งหมด จะเกิดผลอย่างไร - นักเรียนจะมีวิธีป้องกันไม่ให้น้ำเสียอย่างไร - วิธีป้องกันที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดดีที่สุดสำหรับป้องกันน้ำเสียในประเทศไทย - ระหว่างวิธีป้องกันและวิธีแก้ไขวิธีใดจะทำได้ยากและสิ้นเปลืองงบประมาณมากกว่ากัน	- C - E - D - E - D - D - E - E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
4. ให้นักเรียนดูภาพ แสดงป่าไม้ถูกทำลาย ตั้งคำถาม ดังนี้	- การที่ป่าไม้มีสภาพดังภาพนี้ นักเรียน คิดว่าเป็นเพราะสาเหตุใดบ้าง - จากสาเหตุที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดที่ทำให้ป่าไม้ มีสภาพเช่นนี้มากที่สุด - นักเรียนลองคาดคะเนว่าผลเสียที่ เกิดจากการทำลายป่าไม้ดังในภาพนี้ จะเป็นอย่างไร	D E D
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.12 เรื่อง พี่ช่วยป้องกัน กัดเซาะหน้าดินได้อย่างไร ตาม การทดลองในหนังสือเรียน		
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลอง มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการ ทดลองและนำความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- จากผลการทดลอง น้ำในกระบอก ไหลช้ากว่าน้ำในกระบอกดิน และน้ำที่ ไหลออกมาใสกว่าเพราะเหตุใด - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่า อย่างไร	C C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- นักเรียนจะนำผลการทดลองนี้มาอธิบายผลเสียที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ดังในภาพนี้ได้อย่างไร - ป่าไม้ถูกทำลาย ทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลหรือไม่อย่างไร - เมื่อป่าไม้ถูกทำลายไปเช่นนี้แล้ว นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีใดบ้างที่จะทำให้ป่าไม้กลับสู่สภาพสมดุลได้ - วิธีที่กล่าวมาทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดดีที่สุดที่ทำให้ป่าไม้เมืองไทยกลับสู่สภาพสมดุลได้ - จากคำกล่าวที่ว่า "การแก้ไขระบบนิเวศน์ที่เสียสมดุลย่อมทำได้ยากกว่าการป้องกัน" นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อคำกล่าวนี้ - นักเรียนจะมีวิธีป้องกันป่าไม้ไม่ให้ถูกทำลายได้อย่างไรบ้าง - วิธีที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด นักเรียนคิดว่าวิธีใดดีที่สุดที่จะนำมาใช้ในเมืองไทย	D C D E E D E

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
	- ถ้าป่าไม้เมืองไทยถูกทำลายจนหมด นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไร - จากการศึกษา ระบบนิเวศน์ที่ผ่านมา จะนำมาอธิบายภาวะต่าง ๆ ที่เกิด ขึ้นทั่วไปบนโลก เช่น ฝนตกหนัก น้ำท่วม แห้งแล้ง ความอดอยาก ฯลฯ ได้อย่างไร	D D

แผนการสอนเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เน้นคำถามแบบแคบ

มี 8 แผนการสอน รวมคำถามทั้งหมด 236 คำถาม เป็นคำถามแบบแคบ 176 คำถาม
คิดเป็นร้อยละ 74.58 และเป็นคำถามแบบกว้าง 60 คำถาม คิดเป็นร้อยละ 25.42

แผนการสอนครั้งที่ 1

คาบที่ 1 - 2

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตมีทั้งที่เป็นพืชและสัตว์
3. แสง น้ำ และปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ระบุสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนได้
2. จำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวออกเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้
3. บอกความหมายของสิ่งแวดล้อมได้
4. สรุปสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนในห้อง	- สิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนในห้องนี้ และ สิ่งที่อยู่รอบตัวเปิดในภาพนี้มีอะไรบ้าง

๓

กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
และดูภาพสิ่งแวดลอมของ เบ็ค แล้วให้คำถาม	- นักเรียนจะจำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนและรอบ ๆ ตัวเบ็คเป็น 2 พวก ได้อย่างไรบ้าง ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก	M
	- จากเกณฑ์ทั้งหมดที่นักเรียนบอกมานักเรียนคิดว่าเกณฑ์ใดเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนและรอบตัวเบ็ค	E
	- สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบตัวนักเรียนและรอบ ๆ ตัวเบ็ค ถ้าจะจำแนกออกเป็นพวก ๆ จะได้อะไรบ้าง	M
ครูอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของสิ่งแวดลอม	- สิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียนและสิ่งที่อยู่รอบตัวเบ็คในภาพนี้ เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดลอมของนักเรียนและเบ็ค และนอกจากนี้สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ยังรวมทั้งอุณหภูมิ แสงสว่าง และความชื้น ก็จัดเป็นสิ่งแวดลอมด้วย	M
	- นักเรียนสรุปความหมายของสิ่งแวดลอม และประเภทของสิ่งแวดลอมได้อย่างไร	C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
2. ใช้คำถามเกี่ยวกับสิ่งแวคล้อมเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง	- จากความหมายและประเภทของสิ่งแวคล้อม นักเรียนคิดว่าสิ่งแวคล้อมจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์หรือไม่อย่างไร - จากสมมุติฐาน "สิ่งแวคล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช" นักเรียนลองคาดคะเนว่า มีสิ่งแวคล้อมใดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.1 เรื่อง สิ่งแวคล้อมมีผลต่อพืชอย่างไร ตามการทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>	
นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปราย สรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับคำถามดังนี้	- เมื่อเริ่มทดลองมีสิ่งแวคล้อมใดบ้างที่นักเรียนจัดให้เหมือนกันทั้ง 4 กระป๋อง - เปรียบเทียบกระป๋องที่ 1 กับกระป๋องที่ 2 มีสิ่งแวคล้อมใดที่เหมือนกันและสิ่งแวคล้อมใดที่แตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
	- ผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วกระป๋อง ที่ 1 กับกระป๋องที่ 2 เหมือนกันหรือ แตกต่างกันอย่างไร - นักเรียนสรุปสิ่งแวดลอมใดที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของต้นถั่วกระป๋อง ที่ 2 - แสดงแควมีผลต่อการเจริญเติบโตของ ต้นถั่วอย่างไร - เปรียบเทียบกระป๋องที่ 1 กับ กระป๋องที่ 3 มีสิ่งแวดลอมใดที่ เหมือนกันและสิ่งแวดลอมใด แตกต่างกัน - ผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วกระป๋อง ที่ 1 กับที่ 3 เหมือนกันหรือแตกต่าง กันอย่างไร - สิ่งแวดลอมใดที่มีผลต่อการเจริญ เติบโตของต้นถั่วในกระป๋องที่ 3 - น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว อย่างไร - เปรียบเทียบกระป๋องที่ 1 กับกระป๋อง ที่ 4 มีสิ่งแวดลอมใดที่เหมือนกันและ สิ่งแวดลอมใดที่ต่างกัน	C C C C C M C C

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
- ผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วกระป๋อง ที่ 1 กับกระป๋องที่ 4 เหมือนกันหรือ แตกต่างกันอย่างไร - สิ่งแวดล้อมใดที่มีผลต่อการเจริญ เติบโตของต้นถั่ว กระป๋องที่ 4 - ปริมาณพื้นที่ที่มีผลต่อการ เจริญเติบโต ของต้นถั่วอย่างไร - เปรียบเทียบกระป๋องที่ 2 กับ กระป๋องที่ 3 มีสิ่งแวดล้อมใดที่เหมือน กันและสิ่งแวดล้อมใดที่แตกต่างกัน - จากการเปรียบเทียบกระป๋องที่ 2 กับกระป๋องที่ 3 จะสรุปสิ่งแวดล้อม ใดที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของต้นถั่ว ได้หรือไม่ - ท่านเองเคียวกันเปรียบเทียบกระป๋อง ที่ 2 กับกระป๋องที่ 4 จะสรุปสิ่ง แวดล้อมใดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของต้นถั่วได้หรือไม่ - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่า อย่างไร	- C - M - C - C - M - M - C

กิจกรรมการเรียนการสอน	ประเภทของคำถาม
- ถ้านักเรียนจะนำจำนวนต้นถั่วที่งอกในกระป๋องที่ 1 มาทำนายว่า ถั่วเพาะถั่ว 50 เมล็ด และ 90 เมล็ด จะงอกกี่ต้น มีวิธีคิดอย่างไร - ถ้านักเรียนจะปลูกผักสวนครัวที่บ้าน ให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด จะทำอย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่าดินชนิดใดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วมากที่สุด นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้านักเรียนสงสัยว่าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจริงหรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร	D D D D

แผนการสอนครั้งที่ 2
คาบที่ 3 - 4

ความคิดรวบยอด

1. พืชและสัตว์อยู่ตามลำพังไม่ได้ต้องพึ่งพาอาศัยกัน
2. แสงมีความจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช
3. การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารของพืชโดยอาศัยแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. บอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์อยู่ตามลำพังไม่ได้จะต้องพึ่งพาอาศัยกัน
2. สรุปความสัมพันธ์ของพืชและสัตว์ที่อยู่ร่วมกันจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
3. บอกวิธีทดสอบแป้งได้
4. บอกความหมายของการสังเคราะห์แสงได้
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับการสร้างอาหารของพืชจากข้อมูลที่ได้

จากการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพ สิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต เช่น	- สิ่งแวดล้อมของพืชน้ำ และสิ่งแวดล้อม ของปลาในภาพนี้เหมือนกันหรือ	C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
ปลาในอ่างเลี้ยงปลาที่มีพืชน้ำรวมอยู่ด้วยแล้วตั้งคำถาม <u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.2 เรื่องความสัมพันธ์ของพืชและสัตว์ตามการทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ตั้งคำถามดังนี้	แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร - ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าพืชหรือสัตว์อยู่ตามลำพังได้หรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร - ถ้าต้องการทราบว่าพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร D D C - เปรียบเทียบปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 กับกล่องที่ 3 มีสิ่งแวดล้อมใดที่เหมือนกัน สิ่งแวดล้อมใดที่แตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 กับกล่องที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร	C
- นักเรียนสรุปผลการดำรงชีวิตของปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 ได้อย่างไร	C
- เปรียบเทียบสาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 2 กับกล่องที่ 3 มีสิ่งแวดลอมใดที่เหมือนกัน และสิ่งแวดลอมใดที่แตกต่างกัน	C
- สาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 2 และกล่องที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร	M
- นักเรียนจะสรุปผลการดำรงชีวิตของสาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 2 ได้อย่างไร	C
- เปรียบเทียบการดำรงชีวิตของปลาหางนกยูงในกล่องที่ 1 และสาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 2 กับปลาหางนกยูงและสาหร่ายหางกระรอกในกล่องที่ 3 นักเรียนสรุปได้อย่างไร	C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
2. ให้นักเรียนดูสภาพต้นถั่ว 2 กระป๋องที่เจริญเติบโตแตกต่างกัน คือ กระป๋องหนึ่งเจริญงอกงามดี ส่วนอีกกระป๋องหนึ่งลำต้นขาวโพลเหลือง ตั้งคำถามดังนี้	- จากการสรุปข้างต้น นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของพืชและสัตว์ได้อย่างไร - ต้นถั่วในกระป๋องที่ 1 เจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วในกระป๋องที่ 2 เพราะเหตุใด - นักเรียนทราบแล้วว่า แสงช่วยให้พืชเจริญเติบโต นักเรียนลองคาดคะเนว่าแสงช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.3 เรื่องการสร้างอาหารของพืช ตามการทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมา อภิปรายสรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- น้ำแป้งเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วได้สีอะไร - ต้นถั่วที่อยู่ในตู้มืด 1 วัน นำใบมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนได้ผลอย่างไร - ใบถั่วที่อยู่ในตู้มืดมีแป้งหรือไม่ - เปรียบเทียบใบถั่วที่ถูกแสงกับใบถั่วที่หุ้มกระดาษดำ มีสิ่งแวคล้อมใดบ้างที่เหมือนกัน สิ่งแวคล้อมใดที่แตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ผลการทดสอบใบไม้ที่หุ้มกระดาษดำ และใบไม้ที่ถูกแสง ค่ายสารละลาย ไอโอดีน ให้ผลเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบ ใบไม้ค้ำสารละลายไอโอดีน ใบไม้ในสภาวะใดที่มีแป้ง - จากผลการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปว่าแสงแดดช่วยให้ต้นถั่วเจริญเติบโตได้อย่างไร - ถ้านักเรียนทดลองเช่นเดียวกับการทดลองนี้ โดยใช้พืชชนิดอื่น ๆ แทนผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างแสงแดดกับการสร้างอาหารของพืชได้อย่างไร - แสงแดดจำเป็นในการสร้างอาหารของพืช ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า แสงจากไฟฟ้าจะช่วยให้พืชสังเคราะห์แสงได้หรือไม่ จะออกแบบการทดลองอย่างไร	๕ M C D C D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- สรุปกระบวนการสร้างอาหารของพืช โดยอาศัยแสงนี้ เรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์แสง หรือการปรุงอาหาร นักเรียนคิดว่าระหว่างเรียกว่า การสังเคราะห์แสงกับการปรุงอาหาร ใดเหมาะสมมากกว่ากัน	E

แผนการสอนครั้งที่ 3

คาบที่ 5 - 6

ความคิดรวบยอด

1. พืชเป็นผู้ผลิต สามารถสร้างอาหารเองได้
2. สัตว์เป็นผู้บริโภค ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
3. ห่วงโซ่อาหารแสดงให้เห็นถึงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค จะมีพืชเป็นอาหารขั้นต้นเสมอ
4. การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร เป็นการถ่ายทอดพลังงาน
5. สายใยอาหารแสดงถึงความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่
6. พืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์
7. แสดงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. บอกความหมายของ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารได้
 2. จำแนกประเภทของสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินได้
 3. เขียนแผนภาพแสดงห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารได้
 4. สรุปพืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 5. บอกแหล่งกำเนิดของพลังงานในสิ่งมีชีวิตได้
 6. สรุปความสัมพันธ์ของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร กับการถ่ายทอดพลังงานระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u>		
1. ให้นักเรียนดูภาพสัตว์ เช่น สุนัข แมว ไก่ วัว และคน เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้	- สัตว์ในภาพนี้กินอะไรเป็นอาหาร อาหารเหล่านั้นเป็นพืชหรือสัตว์	M
	- จำแนกสัตว์เหล่านี้ตามประเภทของอาหารที่กิน จะได้อะไรบ้าง	M
	- สัตว์ที่ถูกกินเป็นอาหาร ได้อาหารมาจากไหน	M
	- ถ้าว่ามนุษย์ คือผู้สร้าง ผู้บริโภคคือผู้ใดหรือกิน สิ่งมีชีวิตประเภทใดเป็นผู้ผลิต และผู้บริโภค เพราะเหตุใด	E
	- ถ้ามีพืชชนิดหนึ่งสามารถสร้างอาหารเองได้ และสามารถกินสัตว์เป็นอาหารได้ นักเรียนจะตัดสินใจเป็นผู้ผลิตหรือผู้บริโภคเพราะเหตุใด	E
	- ให้นักเรียนบอกสัตว์ที่กินข้าวเปลือกมา 1 ชนิด	M
	- สัตว์ดังกล่าวถูกสัตว์อื่นกินเป็นอาหารได้แก่อะไรบอกมา 1 ชนิด บอกชื่อสัตว์ที่กินสัตว์ซึ่งเป็นคำตอบต่อไป	M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
	จนกระทั่งคำตอบเป็นสัตว์ที่ไม่มีสัตว์ อื่นมากิน - การกินต่อกันเป็นทอด ๆ นี้เราเรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร เขียนแผนผังได้โดยให้ ผู้ถูกกินอยู่ซ้ายมือ ขึ้นด้วยลูกศรหัวลูกศร เป็นผู้กิน นักเรียนจะเขียนแผนผัง ห่วงโซ่อาหารนี้ได้อย่างไร - จากแผนผังห่วงโซ่อาหารนี้ อาหารชั้น ต้นใดแก่ สิ่งมีชีวิตประเภทใด - ผู้บริโภคชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และชั้น สุดท้ายคืออะไร - ในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตมักจะกินและถูก กินด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด จึงมีความ สัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ เชื่อมโยงกัน ตามความคิดเห็น ของนักเรียนควรจะเรียกความสัมพันธ์ ในลักษณะนี้ว่าอย่างไร จึงเหมาะสม - ถ้ากำหนด นกกระจอก ข้าวเปลือก หนอน แมลง สุนัข กระจับปี่ เหยี่ยว หอยทาก จะเขียนแผนผังแสดงสายใย อาหารได้อย่างไร	C M M E C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
2. ทบทวนเกี่ยวกับพืชและสัตว์ต้องการอาหารเพื่อประโยชน์อะไร ตั้งคำถามดังนี้	- ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง สำหรับข้าวเหนียว สามารถจับแมลงกินเป็นอาหารได้ พืชเหล่านี้จัดเป็นผู้ผลิตหรือผู้บริโภค - ทำไมสิ่งมีชีวิตต้องการกินอาหาร - การเคลื่อนที่ของสัตว์ต้องใช้พลังงาน นักเรียนคิดว่าพืชมีพลังงานและใช้พลังงานใดหรือไม่อย่างไร	M C D
<u>การทดลอง</u>		
นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.4 เรื่องพืชมีพลังงานหรือไม่ ตามการทดลองในหนังสือเรียน		
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>		
นำข้อมูลจากการทดลองมา อภิปรายสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวกับ ตั้งคำถามดังนี้	- ตำแหน่งของถ้วยกระต่ายมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร - ทำไมถ้วยกระต่ายจึงมีการเปลี่ยนแปลงเช่นนั้น - พลังงานที่ใช้ในการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วได้มาจากไหน	M C M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- สรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร - สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและการใช้พลังงานของพืชได้อย่างไร - ถ้าปลูกต้นมะม่วงขนาดใหญ่ไว้ใกล้บ้านที่เป็นตึกจะเกิดผลอย่างไรบ้าง - การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารมีความสัมพันธ์กับพลังงานในสิ่งมีชีวิตอย่างไร - การสร้างอาหารของพืชต้องใช้พลังงานโซ่หรือไม่ - พลังงานที่พืชใช้ในการสร้างอาหารได้แก่อะไร - ในธรรมชาติพลังงานขั้นต้นในสิ่งมีชีวิตทั้งปวงได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์หรือไม่ - ถ้าโลกของเราขาดแสงอาทิตย์ จะเกิดผลอย่างไรบ้าง	- C - C - D - C - M - M - M - D

แผนการสอนครั้งที่ 4
คาบที่ 7 - 8

ความถี่รวมย่อย

1. สิ่งที่เป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากแสงแล้ว ยังต้องใช้คลอโรฟิลล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ
2. การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารของพืช จากคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยพลังงานแสงและคลอโรฟิลล์
3. พืชสีเขียวเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. บอกความหมายของคลอโรฟิลล์ได้
 2. สรุปสิ่งที่เป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 3. บอกพืชสีเขียวเท่านั้นที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u>		
1. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของพืช ตั้งคำถามดังนี้	- การสังเคราะห์แสง หมายความว่าอย่างไร	M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.5 เรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง ตอนที่ 1 การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นในการสังเคราะห์แสง ตอนที่ 2 การทดสอบคลอโรฟิลล์ในใบพืชจำเป็นในการสังเคราะห์แสง	- การที่จะทราบว่าพืชมีการสังเคราะห์แสงหรือไม่ นักเรียนทดสอบพบสารใดในใบพืช M - นักเรียนทดสอบแป้งในใบพืชด้วยสารใด M - ผลการทดสอบแป้งในใบพืชด้วยสารละลายไอโอดีนได้ผลเป็นอย่างไร M - สิ่งที่เป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากแสงแล้ว นักเรียนคาดคะเนว่าพืชจำเป็นต้องใช้สิ่งใดในการสังเคราะห์แสงอีกบ้าง D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
นักเรียนทดลองตามหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องตั้งคำถามดังนี้ ตอนที่ 1 การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืช	- เมื่อเริ่มทดลองนักเรียนจัดสิ่งแวคล้อมรอบคนถั่ว สิ่งแวคล้อมใจเหมือนกันและสิ่งแวคล้อมใจแตกต่างกัน C - ใบแก้วในถุงพลาสติกทั้ง 2 เมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร C - ใบแก้วในถุงใดมีการสังเคราะห์แสงและในถุงใดไม่มีการสังเคราะห์แสง M - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเป็นอย่างไร M - เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในถุงทั้ง 2 จะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร C

	กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
ตอนที่ 2 การทดสอบ กลอโรฟิลในใบพืชจำเป็นใน การสังเคราะห์แสงของพืช	- สรุปสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการ สังเคราะห์แสงของพืชจากการทดลอง นี้ได้อย่างไร	C
	- ถ้าเก็บต้นพืชทั้ง 2 ถัง ค่อยไปอีก 2 สัปดาห์ ผลการทดลองจะเป็น อย่างไร	D
	- ใบชบาควรมีลักษณะอย่างไร	M
	- สังเกตลักษณะของต้นชบาควังก่อนที่จะ เกิดใบมาทดลองเป็นอย่างไร	M
	- ใบชบาควมีส่วนที่มีสีเขียวและส่วนที่ มีสีขาว เมื่อทดสอบด้วยสารละลาย ไอโอดีนให้ผลเหมือนกันหรือ แตกต่างกันอย่างไร	C
	- ส่วนใดของใบชบาควที่มีการ สังเคราะห์แสงและส่วนใดที่ไม่มี การสังเคราะห์แสง	M
	- สีเขียวในใบพืชเรียกว่าอะไร	M
	- นักเรียนสรุปสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ใน การสังเคราะห์แสงของพืชจากการ ทดลองนี้ได้อย่างไร	C

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- นักเรียนทราบแล้วว่าคลอโรฟิลล์ จำเป็นในการสังเคราะห์แสง ดังนั้น ส่วนของพืชที่มีสีเขียว เช่น ราก ลำต้น จะสามารถสังเคราะห์แสงได้ หรือไม่ อย่างไร - พืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่สามารถ สังเคราะห์แสงได้หรือไม่ - เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดนางฟ้า รากำ สังเคราะห์แสงได้หรือไม่ เพราะ เหตุใด - จากการศึกษาสิ่งที่เป็นท้องไขในการ การสังเคราะห์แสงได้แก่อะไรบ้าง - นอกจาก แสง คาร์บอนไดออกไซด์ และคลอโรฟิลล์ที่เป็นท้องไขในการ สังเคราะห์แสงแล้ว น้ำ ก็เป็นสิ่งที่ จำเป็นท้องไขในการสังเคราะห์แสง ด้วย นักเรียนจะออกแบบการ ทดลองอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่า น้ำ จำเป็นในการสังเคราะห์แสง	D M C M D

แผนการสอนครั้งที่ 5
คาบที่ 9 - 10

ความคิดรวบยอด

1. ใบพืชที่เห็นสีเขียวประกอบด้วยคลอโรฟิลล์และสารสีอื่น ๆ สามารถแยกออกมาได้โดยวิธีโครมาโตกราฟี
2. น้ำตาลกลูโคสเป็นสารแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาโดยอาศัยแสง แล้วพืชจึงเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแป้งโดยไม่ต้องใช้แสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. แยกสารสีต่าง ๆ ในใบไม้โดยวิธีโครมาโตกราฟีได้
 2. สรุปสีเขียวในใบไม้ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์และสารสีอื่น ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 3. สรุปน้ำตาลเป็นสารแรกที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว จากคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยอาศัยแสงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 4. สรุปพืชเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแป้งโดยไม่ต้องใช้แสงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

กิจกรรมการเขียนการสอน

กิจกรรมการเขียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูใบพืช สีเขียว เช่น ใบผักบุ้ง ใบ มะม่วง เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้	- ใบไม้เหล่านี้มีสีอะไร M - ใบไม้ที่เห็นเป็นสีเขียวนักเรียนคิดว่า มีคลอโรฟิลล์อย่างไรเกี่ยวกับสีอื่น ปนอยู่หรือไม่ D - นักเรียนลองคาดคะเนว่าใบไม้มี สารสีใดประกอบอยู่บ้าง D
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.6 เรื่องการแยกคลอโรฟิลล์ ด้วยวิธีโครมาโตกราฟี ตาม การทดลองในหนังสือเรียน	
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลอง มาอภิปรายสรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- สีในใบไม้ละลายได้กี่ในอะไร M - ของเหลวที่สกัดจากใบไม้มีสีอะไร M - ของเหลวนี้เป็นสารละลายใช่หรือไม่ M - วิธีการแยกสารละลายนี้เรียกว่าอะไร M - วิธีโครมาโตกราฟี แยกสารละลายที่ ไม่มีสีได้หรือไม่ M

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
2. ทั้งคำถามเกี่ยวกับการสังเกตแสงนำเข้าสู่การทดลอง ดังนี้	- แถบสีที่เห็นบนกระดาษกรองมีสีอะไรบ้าง	M
	- แถบสีที่เห็น นักเรียนคิดว่า สีที่แท้จริงของคลอโรฟิลล์คือแถบสีใด	D
	- สรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร	C
	- สารสีเหลืองในใบไม้เรียกว่าแคโรทีน นักเรียนคิดว่าผัก ผลไม้ที่มีสีเหลืองเป็นสารแคโรทีนหรือไม่ เพราะเหตุใด	E
	- ให้นักเรียนยกตัวอย่างผักผลไม้ที่มีแคโรทีน	M
	- เราใช้ สารใดทดสอบแป้งในพืช	M
	- ทำไมจึงต้องทดสอบแป้งในใบพืช	C
	- นักเรียนคิดว่าแป้งที่ทดสอบพบในใบพืชนั้น เป็นสารชนิดแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นหรือไม่ อย่างไร	D
	- นักเรียนคาดคะเนว่า สารชนิดแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นแป้งคืออะไร	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.7 เรื่องพืชเปลี่ยนแปลงจาก สารโค ตามการทดลองใน หนังสือเรียน	
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลอง มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการ ทดลอง และนำความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ตั้ง คำถามดังนี้	- ใบถั่วในกล่องทั้งสอง มีสิ่งแวคล้อม โคที่เหมือนกัน และมีสิ่งแวคล้อมโค ที่แตกต่างกัน C - ทำไมจึงต้องเก็บกล่องทั้งสองไว้ ในตู้มืด C - ทดสอบใบถั่วที่แช่ในสารละลาย กลูโคส และใบถั่วที่แช่ในน้ำ ค่าย สารละลายไอโอดีนได้ผลเหมือนกัน หรือไม่ M - ใบถั่วที่แช่ในน้ำมีแป้งหรือไม่ M - ใบถั่วที่แช่ในสารละลายกลูโคสมี แป้งหรือไม่ M - แป้งที่ทดสอบพบในใบถั่วที่แช่ในสาร ละลายน้ำตาลกลูโคสนี้มาจากน้ำตาล กลูโคสใช่หรือไม่ M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
ครูอธิบายขั้นตอนการ สังเคราะห์แสง	- ใบแก้วสามารถเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส ให้เป็นแป้งโดยไม่ต้องใช้แสงใช้ หรือไม่	M
	- นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่า อย่างไร	C
	- นักเรียนทราบมาแล้วว่าการสร้าง อาหารของพืชต้องใช้แสง ถ้าขาด แสงพืชจะไม่สามารถสังเคราะห์แสง ได้ ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ จะนำ ไปอธิบาย สารแรกที่พืชสร้างขึ้นโดย ต้องใช้แสงได้อย่างไร	D
	- ถ้านำกล้องทั้งสองไปไว้ในที่มีแสง เป็นเวลา 3 วัน นักเรียนคิดว่า ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร การสังเคราะห์แสงมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 พืชสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส จากคาร์บอนไดออกไซด์และ น้ำ โดยอาศัยแสงและ คลอโรฟิลล์ ขั้นที่ 2 พืชสังเคราะห์แป้งจากน้ำตาล กลูโคส โดยไม่ต้องอาศัยแสง	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
ในเวลากลางวันพืชเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแป้งเก็บสะสมที่ใบส่วนเวลากลางคืนพืชเปลี่ยนแป้งกลับเป็นน้ำตาลกลูโคสและลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้พืชสามารถเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นไขมันและโปรตีนได้ - ในเวลาเช้ามีคำถามทดสอบใบพืชด้วยสารละลายไอโอดีนจะพบแป้งหรือไม่ - พืชที่สามารถเก็บสะสมแป้งไว้ในราก ลำต้น เมล็ด ใ้แก่พืชอะไร - พืชที่สามารถเก็บสะสมโปรตีนไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น ผล เมล็ด ใ้แก่อะไร - พืชที่สามารถเก็บสะสมไขมันไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น ผล เมล็ด ใ้แก่อะไร - พืชที่สามารถเก็บสะสมน้ำตาลไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น ผล ใ้แก่อะไร	M M M M M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- กระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากได้น้ำตาลกลูโคส แล้วยังมีน้ำ และก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้นมาด้วย นักเรียนจะมีวิธีทดลองอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าการสังเคราะห์แสงได้น้ำและออกซิเจน - นักเรียนจะนำกระบวนการสังเคราะห์แสงไปใช้ในการทำนายการเลี้ยงปลาหางนกยูงร่วมกับสาหร่ายทางกระบอกจะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าเลี้ยงปลาหางนกยูงตามลำพังได้อย่างไร	D D

แผนการสอนครั้งที่ 6
คาบที่ 11 - 12

ความคิดรวบยอด

1. พืชและสัตว์หายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ
2. การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ การเน่าเปื่อยผุพังของซากพืชซากสัตว์ และการเผาไหม้จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่บรรยากาศ แล้วพืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง แล้วให้ก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ พืชและสัตว์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ ทำให้เกิดการหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. ทดสอบก๊าซที่เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ด้วยสารละลายคลอโรฟิลล์ไฮดรอกไซด์ได้
 2. สรุปผลเกี่ยวกับการหายใจของพืชและสัตว์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
 3. อธิบายและแปลความหมายจากแผนภาพแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนตอบทวนความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง <u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.8 เรื่องการหายใจของสัตว์ การทดลอง 6.9 เรื่องการหายใจของพืช ตามการทดลองในหนังสือเรียน	- ก๊าซที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชคืออะไร - พืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงตลอดเวลา นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับก๊าซนี้ในบรรยากาศ - ในบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ย .3% ขององค์ประกอบที่เป็นก๊าซทั้งหมด นักเรียนลองคาดคะเนว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากไหน และมีการหมุนเวียนอย่างไรจึงไม่หมดไป	M E D

กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ทั้งคำถามดังนี้ การทดลอง 6.8 เรื่อง การหายใจของสัตว์ การทดลอง 6.9 เรื่อง การหายใจของพืช	- เมื่อเริ่มทดลองในถ้วยทั้งสองมีสิ่งใดเหมือนกันและมีสิ่งใดแตกต่างกัน - ก๊าซที่ทำให้สารละลายคลอโรฟิลล์เปลี่ยนสีเป็นน้ำเขียวคืออะไร - จากผลการทดลองสารละลายคลอโรฟิลล์เปลี่ยนสีเป็นน้ำเขียวเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถ้วยทั้งสองเท่ากันหรือไม่ อย่างไร - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถ้วยมีสีที่แน่นอนปริมาณมากขึ้น ก๊าซนี้มาจากไหน - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร - ถ้านักเรียนตั้งกล้องทั้งสองไว้ต่อกัน 1 - 2 สัปดาห์ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - เมื่อเริ่มทดลองในถ้วยทั้งสองมีสิ่งใดเหมือนกันและมีสิ่งใดแตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้	ประเภทของ คำถาม
2. ให้นักเรียนดูภาพแสดงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังคำถามดังนี้	- จากผลการทดลองสารละลายในถ้วยทั้งสองเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - ก๊าซที่ทำให้สารละลายคล้ำขึ้นไฮดรอกไซด์เป็นผ้าขาวคืออะไร - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถ้วยทั้งสองเท่ากันหรือไม่ อย่างไร - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถ้วยมีเมล็ดถั่วกำลังงอกมีปริมาณมากขึ้นก๊าซนี้มาจากไหน - เมล็ดถั่วที่กำลังงอกนี้มีการหายใจใช่หรือไม่ - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร - ในการทดลองนี้ถ้าเปิดฝาถ้วยทั้งสองผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - จากแผนภาพก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาจากไหนบ้าง - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถูกนำไปใช้ในกระบวนการใด

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
- กระบวนการ สังเคราะห์แสงของพืชจะ ให้ก๊าซอะไรออกมา - ก๊าซออกซิเจนนี้ถูกนำไปใช้ในกระบวนการใด - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ก๊าซ ออกซิเจนในบรรยากาศมีการหมุน เวียนกันอย่างไร อธิบาย - บรรยากาศในกรุงเทพที่มีชุมชนหนา แน่น กับในชนบทแตกต่างกันอย่างไร - นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาสภาพ บรรยากาศในเขตกรุงเทพที่มีชุมชน หนาแน่นด้วยวิธีการอย่างไรบ้าง - วิธีการที่นักเรียนออกมาทั้งหมดนั้น นักเรียนคิดว่าวิธีใด เป็นวิธีที่ดีที่สุด ในการแก้ไขสภาพปัญหาในเขต กรุงเทพฯ	M M C C D E

แผนการสอนครั้งที่ 7

คาบที่ 13 - 14

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
2. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน จัดรวมเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต
3. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตประกอบกันเป็นระบบนิเวศน์
4. ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันเสมอ แต่จำนวนและชนิดของพืชหรือสัตว์ในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ย่อมไม่เหมือนกัน
5. สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ
1. ยกตัวอย่างพืชและสัตว์ที่พึ่งพาอาศัยกันในการดำรงชีวิตได้
 2. บอกความหมายของระบบนิเวศน์ แหล่งที่อยู่อาศัย กลุ่มสิ่งมีชีวิต สมดุลธรรมชาติ ภาวะสมดุลได้
 3. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
<u>อภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพแสดงการพึ่งพาอาศัยกันของพืช เช่น พืชที่เป็นที่อยู่ของสัตว์ พืชอาศัยแมลงช่วยผสมเกสร เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้ 2. ให้นักเรียนดูภาพแสดงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รวมกันในสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ตั้งคำถามดังนี้	- จากภาพนี้พืชพึ่งพาอาศัยกันเกี่ยวกับเรื่องใด - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชและสัตว์ที่พึ่งพาอาศัยกัน และพึ่งพาอาศัยกันเกี่ยวกับเรื่องใด - สรุปการพึ่งพาอาศัยกันของพืชและสัตว์เกี่ยวกับเรื่องใดบ้าง - ถ้าโลกนี้มีแค่พืชอย่างเดียวไม่มีสัตว์เลยจะเกิดผลอย่างไร - สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในภาพนี้มีอะไรบ้าง - สิ่งมีชีวิตที่เป็นพืชใดแก่พืชอะไรบ้าง - สิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์ใดแก่สัตว์อะไรบ้าง - สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์พึ่งพาอาศัยกันใช่หรือไม่ - สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์พึ่งพาอาศัยกันในเรื่องใดบ้าง	M M C D M M M M M

กิจกรรมการ เรียนการสอน	ประเภทของ คำถาม
- สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อยู่ในบริเวณเดียวกันดังในภาพนี้รวมเรียกว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อข้อความนี้ - สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต เรียกว่าแหล่งที่อยู่ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อข้อความนี้ - ทั้งกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ - กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์อยู่ในบริเวณเดียวกันเรียกว่า ระบบนิเวศน์นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อข้อความนี้ - อ่างเลี้ยงปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วยจัดเป็นระบบนิเวศน์หรือไม่ - ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งที่จัดเป็นระบบนิเวศน์ - ระบบนิเวศน์บนบกได้แก่แหล่งใดบ้าง - ระบบนิเวศน์ในน้ำได้แก่แหล่งใดบ้าง	- E - E - M - E - M - M - M - M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของคำถาม
	- จากตัวอย่างระบบนิเวศที่นักเรียนมอดมาขนาดของระบบนิเวศเท่ากันหรือไม่ - โลกจัดเป็นระบบนิเวศขนาดใหญ่ใช่หรือไม่ - นักเรียนลองคาดคะเนว่า ในระบบนิเวศต่าง ๆ จำนวนและชนิดของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหมือนกันหรือแตกต่างกัน	M M D
<u>การทดลอง</u>		
นักเรียนปฏิบัติการทดลอง		
6.10 เรื่อง การสำรวจระบบนิเวศ ตามการทดลองในหนังสือเรียน		
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>		
นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- แหล่งที่สำรวจมาแต่ละกลุ่มมีผู้ผลิตและผู้บริโภคอะไรบ้าง - แหล่งที่สำรวจต่างกันมีสิ่งแวดล้อมเหมือนกันหรือไม่	M M

	กิจกรรมการเรียนการสอน	ประเภทของคำถาม
ครูอธิบายความหมายของสมคุณุทธธรรมชาติ และภาวะสมคุณุทธของระบบนิเวศน์ แล้วตั้งคำถามดังนี้ 3. ใช้คำถามนำเข้าสู่การทดลอง ดังนี้	- แหล่งที่สำรวจต่างกัน จำนวนและชนิดของผู้ผลิตและผู้บริโภคเหมือนกันหรือไม่	M
	- ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารในแหล่งที่สำรวจ	M
	- แหล่งที่นักเรียนสำรวจเป็นระบบนิเวศน์ใดหรือไม่ นักเรียนสรุปผลการสำรวจระบบนิเวศน์ได้อย่างไร	M
	สมคุณุทธธรรมชาติ หมายถึง ภาวะที่ธรรมชาติจะคอยควบคุมจำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคให้พอเหมาะ ภาวะสมคุณุทธของระบบนิเวศน์ หมายถึง สิ่งแวดล้อมและกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก	
	- สมคุณุทธธรรมชาติ หมายความว่าอย่างไร	M
	- ภาวะสมคุณุทธ หมายความว่า อย่างไร	M
	- ระบบนิเวศน์ต่าง ๆ เสียภาวะสมคุณุทธเพราะสาเหตุใดบ้าง	D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
	- จากสาเหตุที่นักเรียนบอกมาทั้งหมด นักเรียนคิดสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เสียภาวะสมดุลของระบบนิเวศน์ในประเทศไทย - การทำลายป่าทำให้สิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถอยู่ได้ เพราะเหตุใด	E C
<u>การทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลอง 6.11 เรื่อง การปรับตัวของต้นถั่วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ตามการทดลองในหนังสือเรียน <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>		
นำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องตั้งคำถามดังนี้	- เมื่อเริ่มทดลองลำต้นถั่วทั้งสองกระบองตั้งตรงเหมือนกันหรือไม่ - ผลการทดลองลำต้นถั่วทั้งสองกระบองเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - ลำต้นถั่วที่อยู่ในถังครอบเอนไปทางใด	M C M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
- ทำไมลำต้นที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมจึงเอนไปทางที่มีแสงสว่าง - การที่ลำต้นที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเอนไปหาแสงสว่าง หมายความว่าอย่างไร - นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร - ในการทดลองนี้ ถ้าจะสังเกตส่วนบน ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร - ถ้านักเรียนจะทำไร้ต้นสน ให้ได้ต้นสนที่มีลำต้นสูงมาก ๆ นักเรียนจะนำหลักการจากการทดลองนี้มาปฏิบัติอย่างไร	C M C D D

แผนการสอบครั้งที่ 8

คาบที่ 15 - 16

ความคิดรวบยอด

1. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์
2. มนุษย์สามารถควบคุม และเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมตามความต้องการได้ดีกว่า
3. การทำลายป่าทำให้ระบบนิเวศน์เสียภาวะสมดุลได้ ก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้แล้วจะมีความสามารถ

1. ยกตัวอย่างการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของพืชและสัตว์ได้
2. ระบุลักษณะของสัตว์ที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ได้
3. สรุปได้ว่ามนุษย์เป็นผู้ก่อให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ได้
4. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้อจากการทดลองได้
5. บอกวิธีแก้ปัญหา การเสียภาวะสมดุลของระบบนิเวศน์ได้
6. บอกวิธีป้องกันการเสียภาวะสมดุลของระบบนิเวศน์ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
<u>อภิปรายก่อกำเนิดทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนดูภาพแสดงพืชและสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ภาพผักตบชวาลอยในน้ำ ตัดกับต้นบัวในน้ำ ทั้งคำถามดังนี้	- พืชในภาพนี้ คืออะไร M - ลักษณะใดของผักตบชวาที่แสดงให้เห็นว่าปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม M - ทำไมผักตบชวาจึงมีลำต้นกลวงและป่อง C - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุดภายใน 5 นาที M - นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับคำถามที่ว่า "พืชประเภทเดียวกันมักจะขึ้นในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน" E - สัตว์ในภาพนี้คืออะไร M - ลักษณะใดของสัตว์ที่แสดงให้เห็นว่ามีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม M - ทำไมสัตว์จึงต้องปรับสีผิวให้เข้ากับสีของใบไม้ C - ให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุดภายใน 5 นาที M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของคำถาม
2. ให้นักเรียนดูภาพสัตว์ป่าที่สูญพันธุ์ และสัตว์ป่าที่กำลังจะสูญพันธุ์ เช่น สมันดอง ละมั่ง โคไพร กระซู่ เป็นต้น ตั้งคำถามดังนี้	- สรูปพืชและสัตว์มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อประโยชน์อะไร M - นักเรียนคิดว่าลักษณะใดบ้างของสัตว์เหล่านี้ที่เป็นอุปสรรคต่อการอยู่รอด M - นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุใดอีกบ้างที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ D - นักเรียนจะมีส่วนช่วยให้สัตว์ป่าที่เหลืออยู่น้อย สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานที่สุด ได้โดยวิธีใดบ้าง D
3. ให้นักเรียนดูภาพน้ำเสีย ตั้งคำถามดังนี้	- ปลาในภาพนี้เป็นอย่างไร M - ปลาตายเพราะน้ำที่เน่าเสียใช่หรือไม่ M - การที่น้ำเน่าเสียเพราะเหตุใดบ้าง D - การที่น้ำเน่าเสียทำให้ระบบนิเวศน์ในน้ำเสียภาวะสมดุลหรือไม่ M - นักเรียนคิดว่าสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ระบบนิเวศน์ในน้ำในกรุงเทพฯ เสียภาวะสมดุล E - นักเรียนจะมีวิธีแก้ไขน้ำเน่าเสียในกรุงเทพฯ ได้อย่างไรบ้าง D - ถ้าไม่ต้องการให้น้ำเน่าเสียเกิดขึ้น นักเรียนจะมีวิธีป้องกันอย่างไร D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		ประเภทของ คำถาม
4. ให้นักเรียนดูภาพ แสดงป่าไม้ถูกทำลาย ตั้งคำถาม ดังนี้	- สภาพป่าที่เห็นในภาพนี้เป็นอย่างไร - ให้นักเรียนคาดคะเนว่าผลเสียที่เกิด จากการทำลายป่าดังภาพนี้จะเป็น อย่างไร	M D
<u>การทดลอง</u>		
นักเรียนปฏิบัติการทดลอง		
6.12 เรื่อง พืชช่วยป้องกันการ กัดเซาะหน้าดินได้อย่างไร		
ตามการทดลองในหนังสือเรียน		
<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>		
นำข้อมูลจากการทดลองมา อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ตั้งคำถามดังนี้	- นักเรียนจัดกระเบะทั้งสองให้มีสิ่งใด เหมือนกันและสิ่งใดแตกต่างกัน - น้ำไหลจากกระเบะหน้าจนเต็มด้วย พลาสติกใช้เวลาเท่าใด - น้ำไหลจากกระเบะไม่มีหน้าจนเต็มด้วย พลาสติกใช้เวลาเท่าใด - น้ำไหลเต็มด้วยพลาสติกทั้งสองใช้เวลา เท่ากันหรือไม่ - น้ำไหลเต็มด้วยพลาสติกจากกระเบะใด ใช้เวลานานกว่ากัน	C M M M M

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- เปรียบเทียบลักษณะของน้ำที่ไหลจาก กระบอกหนึ่งกับกระบอกไม่มีเท้าเหมือน กันหรือแตกต่างกันอย่างไร - สาเหตุใดที่ทำให้ น้ำที่ไหลจากกระบอก ไม่มีเท้าจึงมีลักษณะรุนแรงกว่าน้ำที่ไหล จากกระบอกเท้า - เปรียบเทียบน้ำที่ไหลจากกระบอกเท้า กับน้ำที่ไหลจากกระบอกไม่มีเท้าใน เวลาในการไหล และลักษณะของน้ำ เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร - นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ว่า อย่างไร - นักเรียนจะนำผลการทดลองนี้มา อธิบายผลเสียที่เกิดจากการทำลายป่า ไม้ในภาคนี้ได้อย่างไร - การที่ป่าไม้ถูกทำลายเช่นนี้ทำให้เสีย สมดุลของระบบนิเวศน์ใช่หรือไม่ - เพราะเหตุใดทำให้เสียภาวะสมดุล ของระบบนิเวศน์ - นักเรียนจะมีวิธีรักษาสมดุลของระบบ นิเวศน์ได้อย่างไรบ้าง	- C - M - C - C - D - M - C - D

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ประเภทของ คำถาม
- การที่ป่าไม้ถูกทำลายไปทำให้เสียสมดุล นักเรียนจะมีวิธีใดที่จะทำให้ป่ากลับสู่ภาวะสมดุลได้ - การแก้ไขการเสียภาวะสมดุลของระบบนิเวศน์ทำได้ยากกว่าการป้องกัน นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีป้องกันไม่ให้เสียภาวะสมดุลของป่าไม้ได้อย่างไร	D D

ตาราง 31 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เนื้อหา	พฤติกรรม					อันดับความสำคัญ
	ความรู้ - ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รวม	
1. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	1	1	1	5	8	3
2. ห่วงโซ่อาหาร	1	1	-	3	5	5
3. ความสำคัญของอาหาร	-	2	2	1	5	5
4. การตั้งเคราะห้แสง	2	-	3	3	8	3
5. การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	1	2	3	4	10	2
6. ระบบนิเวศน์	1	2	9	2	14	1
รวม	6	8	18	18	50	
อันดับความสำคัญ	4	3	1	1		

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

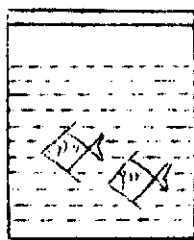
1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย $\times$ ในช่อง ก, ข, ค, ง หรือลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย $\times$ แล้วไปทำเครื่องหมาย $\times$ ใหม่ลงในข้อที่ต้องการ
4. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
5. ห้ามเขียน - ชีคลงบนแบบทดสอบ
6. ส่งกระดาษคำตอบพร้อมแบบทดสอบคืนด้วย

1. สิ่งแวดล้อม หมายถึงอะไร

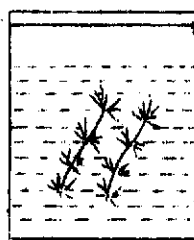
- ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวสิ่งมีชีวิต
- ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ สิ่งไม่มีชีวิต
- ค. สิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวสิ่งมีชีวิต
- ง. ความชื้น แสงสว่าง และอากาศ
- จ. ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบ ๆ ตัวสิ่งมีชีวิต

ให้ใช้ภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 2 - 3

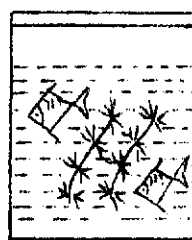
ภาพแสดงการทดลอง เรื่องความสัมพันธ์ของพืช และสัตว์



กระป๋องที่ 1

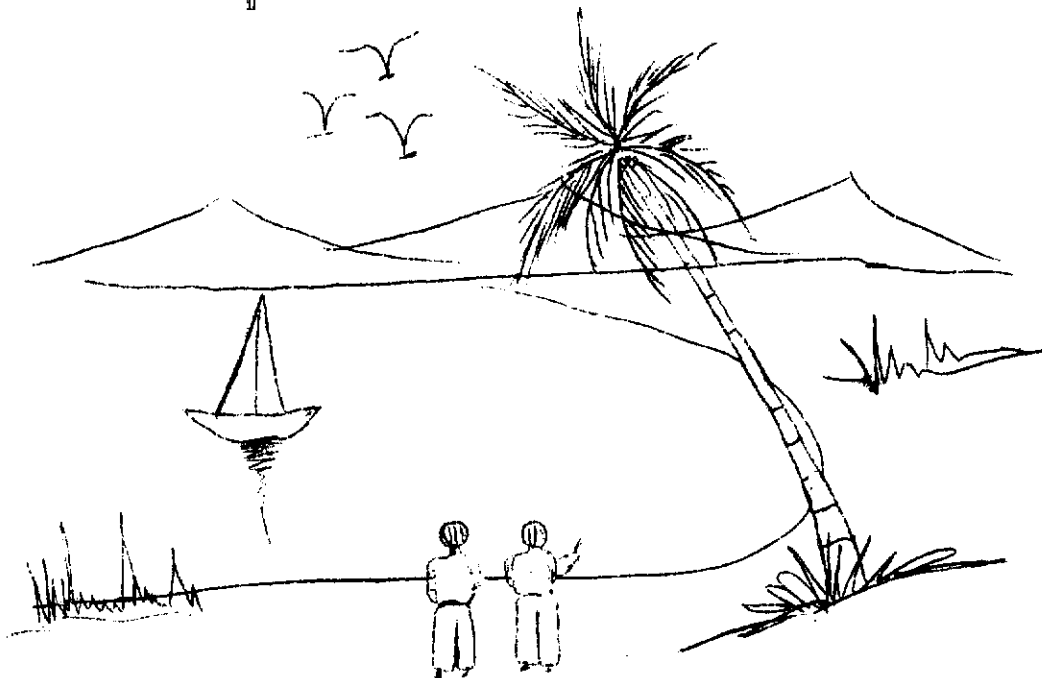


กระป๋องที่ 2



กระป๋องที่ 3

2. เมื่อตั้งไว้ 2 สัปดาห์ ฟืชในกระป๋องที่ 2 ตายเพราะอะไร
- ขาดแร่ธาตุ
 - ขาดไนโตรเจน
 - ขาดคาร์บอนไดออกไซด์
 - อุณหภูมิในกระป๋องเพิ่มขึ้น
 - น้ำเน่าเสียเพราะไม่มีการถ่ายเท
3. ถ้านำกระป๋องที่ 3 ไปตั้งไว้ในตู้มือ 1 สัปดาห์ ผลที่เป็นไปได้มากคือข้อใด
- ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น
 - ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง
 - ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น
 - น้ำเน่าเสียเพราะไม่มีการถ่ายเท
 - อุณหภูมิในกระป๋องเพิ่มขึ้นเพราะอากาศไม่ถ่ายเท
4. ข้อใดเป็นข้อมูลที่ไ้จากการสังเกตจากภาพข้างล่างนี้



- ก. มีคน 2 คน นก 3 ตัว และเรืออยู่ในทะเล 1 ลำ
- ข. มีชายหญิง 2 คน นกเหยี่ยว 3 ตัว และเรือ 1 ลำ
- ค. มีชาย 1 คน หญิง 1 คน นกเหยี่ยว 3 ตัวบินกลับรัง และเรือกำลังแล่น
- ง. มีชาย 1 คน หญิง 1 คน กำลังจะลงเล่นน้ำ นก 3 ตัวบินกลับรัง และเรือ 1 ลำ
- จ. มีชายหญิง 2 คน นกนางนวล 3 ตัว และเรือใบ 1 ลำแล่นเข้าสู่ฝั่ง

ให้ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 5 - 6

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนเกิดความสงสัยว่า "เมล็ดพืชต่างชนิดกันจะใช้เวลาในการงอกเท่ากันหรือไม่" ครูจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองและได้ร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ต่อไปนี้

1. ชนิดของเมล็ดพืชที่จะนำมาเพาะ
 2. สิ่งแวดล้อมที่วางภาชนะที่เพาะเมล็ดพืช
 3. ภาชนะและสิ่งที่บรรจุในภาชนะที่จะใช้เพาะเมล็ดพืช
 4. ตำแหน่งและลักษณะการวางเมล็ดพืชลงในภาชนะที่จะใช้เพาะ
5. ในการทดลองนี้ นักเรียนจะต้องจัดข้อใดให้แตกต่างกัน
- ก. ข้อ 1
 - ข. ข้อ 2
 - ค. ข้อ 3
 - ง. ข้อ 4
 - จ. ทั้ง ข้อ ก, ข และ ค
6. ในการทดลองนี้ นักเรียนจะต้องจัดข้อใดให้เหมือนกัน
- ก. ข้อ 1 และ 2
 - ข. ข้อ 1 และ 3
 - ค. ข้อ 1 และ 4
 - ง. ข้อ 2, 3 และ 4
 - จ. ข้อ 1, 2, 3 และ 4

7. การทดลองเพาะถั้วเขียว 20 เมล็ด เมล็ดที่งอก 16 เมล็ด ถ้าเพาะเมล็ดถั้วเขียว 90 เมล็ด จะงอกกี่เมล็ด

ก. 56

ข. 62

ค. 66

ง. 72

จ. 76

ให้ข้อมูลข้างล่างตอบคำถามข้อ 8

ผลการทดลองเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยจัด
การทดลอง ใช้กระป๋องเท่ากัน ปริมาณดินเท่ากัน ชนิดของดินเหมือนกัน และชนิดของ
เมล็ดพืชชนิดเดียวกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

กระป๋องที่	จำนวน เมล็ดที่เพาะ	สิ่งแวดล้อม	จำนวน ต้นที่งอก	ผลการเจริญเติบโต
1	60	มีน้ำมีแสง	56	บางต้นสูงมากบางต้นเตี้ยมาก ลำต้นอวบ
2	15	มีน้ำ ไม่มีแสง	13	ลำต้นขาว สูง ใบเหลือง
3	15	ไม่มีน้ำ มีแสง	3	ลำต้นอวบ เตี้ย
4	15	มีน้ำมีแสง	14	ลำต้นสูงและใหญ่เท่า ๆ กัน ใบเขียว ลำต้นเขียว

8. ถ้าเปรียบเทียบกระป๋องที่ 3 กับ 4 สรุปผลได้ว่าอย่างไร

- ก. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ข. น้ำและแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ค. ปริมาณพื้นที่ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ง. น้ำมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช
- จ. น้ำและแสงมีผลต่อการสร้างสารสีเขียวและการงอกของพืช

9. คำว่าผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหาร หมายถึงอะไร

- ก. ผู้ทำหน้าที่ปรุงอาหาร
- ข. ผู้ทำหน้าที่ผลิตอาหาร
- ค. ผู้ทำหน้าที่ขายอาหาร
- ง. ผู้ที่สร้างอาหารเองได้
- จ. ผู้ที่ผลิตอาหารขายเองได้

10. ถ้าขาดพืชมนุษย์จะได้รับผลกระทบในเรื่องใด เป็นอันดับแรก

- ก. น้ำ
- ข. อาหาร
- ค. ที่อยู่อาศัย
- ง. เครื่องนุ่งห่ม
- จ. ยารักษาโรค

ให้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 11 - 12

นักเรียนคนหนึ่งไปเที่ยวสวนสัตว์ ได้พบสัตว์ต่าง ๆ ดังนี้ เสือ ช้าง ม้า
เหี่ยวว กระต่าย และงูเห่า

11. ถ้านักเรียนแบ่งสัตว์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ช้าง ม้า กระต่าย และเหี่ยวว เสือ
งูเห่า นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

- ก. สัตว์ป่า กับ สัตว์เลี้ยง
- ข. สัตว์สองเท้า กับ สัตว์สี่เท้า
- ค. สัตว์กินพืช กับ สัตว์กินสัตว์
- ง. สัตว์เลือดอุ่น กับ สัตว์เลือดเย็น
- จ. สัตว์ออกลูกเป็นตัว กับ สัตว์ออกลูกเป็นไข่

12. ถ้านักเรียนแบ่งสัตว์เหล่านี้ โดยใช้เกณฑ์การเป็นผู้นรีโลกโดยตรง กับการเป็นผู้นรีโลกโดยอ้อม จะแบ่งได้สัตว์ 2 กลุ่ม ได้อย่างไร ตามลำดับ

- ก. เหยี่ยว งูเห่า ลีลาม กับ ช้าง ม้า กระต่าย
- ข. ช้าง ม้า กระต่าย กับ เหยี่ยว งูเห่า ลีลาม
- ค. เหยี่ยว ช้าง กระต่าย กับ งูเห่า ลีลาม ม้า
- ง. งูเห่า ลีลาม กับ เหยี่ยว ช้าง ม้า กระต่าย
- จ. เหยี่ยว ช้าง ม้า กระต่าย กับ งูเห่า ลีลาม

13. จากการสำรวจชนิดของอาหารที่สัตว์กิน สัตว์ที่สำรวจ มีดังนี้

กระต่ายกินพืช	สุนัขกินทั้งพืชและสัตว์
ไก่กินทั้งพืชและสัตว์	นกกระเจอกกินพืชและสัตว์
แมวกินทั้งพืชและสัตว์	กบกินสัตว์

จากข้อมูลนี้จะนำเสนอด้วยตารางในข้อใด จึงจะสะดวกแก่ผู้ศึกษา

ก.

ชนิดของอาหาร	ชนิดของสัตว์

ข.

ชนิดของสัตว์	
ชนิดของอาหาร	

ค.

ชนิดของสัตว์	ชนิดของอาหาร

ง.

ชนิดของอาหาร	
ชนิดของสัตว์	

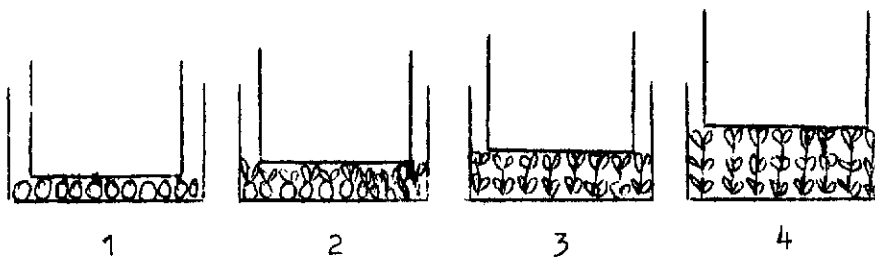
จ.

ชนิดของสัตว์	กิน	ชนิดของอาหาร

14. ข้อใดที่แสดงว่าพืชมีพลังงานและใช้พลังงานได้

- ก. ต้นไม้ลมที่บ้านพัง
- ข. ใบไม้ร่วงลงสู่พื้นดิน
- ค. ลมพัดทำให้ใบไม้ไหว
- ง. การเน่าเปื่อยของซากพืช
- จ. รากไม้ถอนให้กระด้างแตก

15. จากภาพข้างล่าง หมายเลขใดแสดงว่า พืชมีพลังงานและใช้พลังงานมากที่สุด



- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4
- จ. หมายเลข 3 และ 4

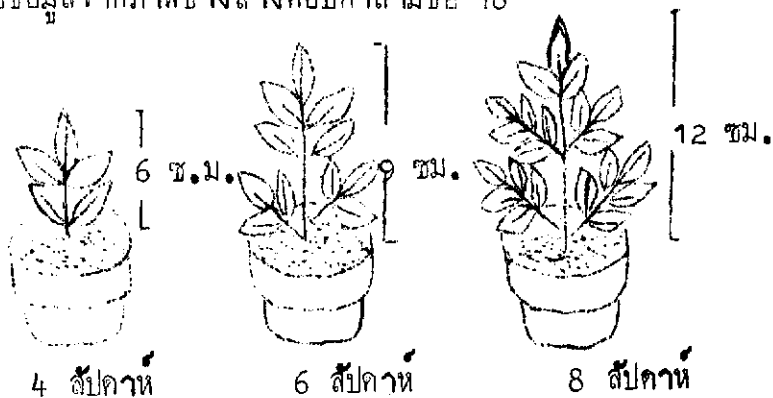
16. ถ้าที่ดินบริเวณบ้านของนักเรียนแคบมาก นักเรียนต้องการปลูกต้นไม้ ควรจะปลูกต้นอะไรจึงจะไม่ทำความเสียหายแก่บ้านและมีประโยชน์

- ก. มะม่วง
- ข. มะกอก
- ค. มะขาม
- ง. มะพร้าว
- จ. มะละกอ

17. กรรรมกรแบกหามได้รับพลังงานโดยตรงจากข้อใด

- ก. สร้างขึ้นเอง
- ข. อากาศที่หายใจ
- ค. ได้รับจากแสงแดด
- ง. การออกกำลังกายในขณะทำงาน
- จ. การถ่ายเทพลังงานจากพืชและสัตว์

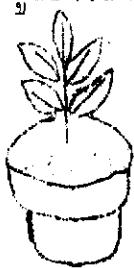
ให้ข้อมูลจากภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 18



18. ถ้าปลูกนาน 12 สัปดาห์ พืชจะสูงเท่าใด
- 14 เซนติเมตร
 - 16 เซนติเมตร
 - 18 เซนติเมตร
 - 20 เซนติเมตร
 - 22 เซนติเมตร
19. สิ่งที่เป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชได้แก่อะไร
- แสง
 - แสง และ คลอโรฟิลล์
 - น้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์
 - น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ แสง และ คลอโรฟิลล์
 - น้ำ แสง แคโรทีน และ คาร์บอนไดออกไซด์
20. โดยทั่วไปพืชสร้างอาหารที่ส่วนใด
- ใบ
 - ราก
 - ลำต้น
 - ก้านดอก
 - กลีบดอก
21. ถ้านักเรียนปลูกผักคะน้าที่บ้าน โดยใช้ปุ๋ยหมัก และรดน้ำทุกวัน แต่ปรากฏว่าผักคะน้ามีใบเหลืองทั้ง ๆ ที่ยังไม่แก่และไม่เหี่ยวเฉา เป็นเพราะเหตุใด
- รดน้ำมากเกินไป
 - บริเวณที่ปลูกอับลม
 - ปลูกชิดกันมากเกินไป
 - ได้รับแสงไม่เพียงพอ
 - ดินไม่มีสารอาหารเพียงพอ

22. กาฬโรคเกาะอยู่กับต้นไม้ใหญ่ อาศัยต้นไม้ใหญ่ในเรื่องใด
- เกาะให้ลำต้นตั้งตรง
 - ดูดอาหารจากต้นไม้ใหญ่
 - เกาะเพื่ออุบะให้ได้รับแสง
 - ดูดความร้อนจากต้นไม้ใหญ่
 - ดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากต้นไม้ใหญ่
23. ถ้าในบ้านนักเรียนนอนอ้วกในเวลากลางวัน นักเรียนควรจะทำอย่างไร เพื่อให้สดชื่นเป็นสบาย และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- นั่งรถตึกแอร์ชมวิว
 - ไปดูภาพยนตร์สนุก ๆ
 - ไปเดินเที่ยวตลาดนัด
 - ไปเดินเล่นตามศูนย์การค้า
 - อ่านหนังสือเล่นในสวนหลังบ้าน
24. คาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นในการดำรงชีวิตของพืช ถ้าเราปลูกพืชในกล่องแก้วปิดสนิท จะเกิดผลอย่างไร
- พืชจะตายทันที
 - พืชจะตายในไม่ช้า
 - พืชจะเจริญเติบโตตามปกติ
 - พืชจะเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ
 - พืชจะใบเหลืองและลำต้นขาว สูงชุก

ให้ช้ช้อมูลข้างล่างตอบคำถามข้อ 25



ดินเหนียว



ดินร่วน



ดินทราย

การทดลองปลูกต้นดาวเรือง 3 ต้น เพื่อดูการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

25. การทดลองนี้เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อใด

- ก. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ข. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ค. ชนิดของปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ง. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- จ. ปริมาณของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

26. จากการทดลองแยกของเหลวสีเขียวจากใบด้วยวิธีโครมาโตกราฟี ได้สีเขียว
แถบน้ำเงิน สีเขียวอ่อน และสีเหลือง สรุปผลการทดลองอย่างไร

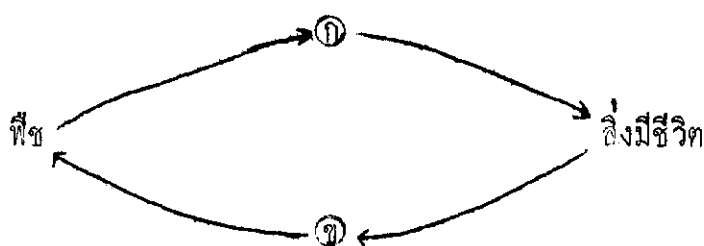
- ก. ของเหลวนั้นเป็นธาตุ
- ข. ของเหลวนั้นเป็นของผสม
- ค. ของเหลวนั้นเป็นสารละลาย
- ง. ของเหลวนั้นเป็นสารบริสุทธิ์
- จ. ของเหลวนั้นเป็นสารเนื้อผสม

27. สารที่ใช้ทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คืออะไร

- ก. สารละลายไอโอดีน
- ข. สารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน
- ค. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก
- ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- จ. สารละลายคลอโรฟอรัมไฮดรอกไซด์

ให้ใช้ภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 28 - 29

แผนภาพแสดงการหายใจและการสังเคราะห์แสง



28. จากแผนภาพ ① และ ② เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งใดตามลำดับ
- ออกซิเจน กับ คาร์บอนไดออกไซด์
 - คาร์บอนไดออกไซด์ กับ ออกซิเจน
 - ออกซิเจน กับ คาร์บอนมอนอกไซด์
 - คาร์บอนมอนอกไซด์ กับ ออกซิเจน
 - ทั้งข้อ ก และ ค
29. ① ได้มาจากกระบวนการใด
- การหายใจของพืช
 - การหายใจของสิ่งมีชีวิต
 - การสังเคราะห์แสงของพืช
 - การสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิต
 - การถ่ายเทพลังงานของสิ่งมีชีวิต
30. เวลาที่นั่งรถปรับอากาศ จะมีข้อความติดไว้ว่า "งดสูบบุหรี่" เพราะเหตุใด จึงต้องคิดไว้เช่นนั้น
- ป้องกันไฟไหม้เบาะ
 - ควันบุหรี่ทำให้เสียสุขภาพ
 - รถใช้แก๊สอาจเกิดอันตราย
 - ควันบุหรี่ทำให้เสื้อผ้ามีกลิ่นเหม็น
 - ความร้อนจากบุหรี่ทำให้เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน
31. ถ้านักเรียนจะไปพักผ่อนหย่อนใจตามวนอุทยาน นักเรียนจะได้รับประโยชน์จากต้นไม้ในเรื่องใดมากที่สุด
- ได้ร่มเงาจากต้นไม้
 - เกิดความรักธรรมชาติ
 - ความสวยงามของต้นไม้
 - อากาศเย็นสบายจากต้นไม้
 - กลิ่นหอมสดชื่นจากดอกไม้

32. จากข้อ 31 นักเรียนจะเลือกพักผ่อนในสวนอุทยานเวลาใด เพื่อให้ได้ประโยชน์จากต้นไม้ให้มากที่สุด

- ก. เช้ามืด
- ข. โพลเพล
- ค. กลางวัน
- ง. กลางคืน
- จ. ทุกเวลา

33. ถ้าไม่มีการคาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. อากาศจะเป็นพิษมากขึ้น
- ข. ออกซิเจนจะเพิ่มมากขึ้น
- ค. พืชจะสังเคราะห์แสงไม่ได้
- ง. ผู้ผลิตจะสร้างอาหารได้ตามปกติ
- จ. คนและสัตว์จะดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติ

ให้ใช้แผนภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 34

แสง

คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ $\xrightarrow{\text{แสง}}$ น้ำตาล + ออกซิเจน + น้ำ

คลอโรพลาสต์

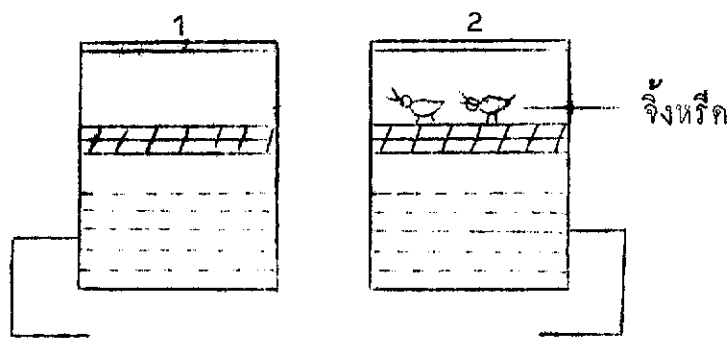
34. ข้อใดเป็นการสื่อความหมายของแผนภาพนี้

- ก. กระบวนการหายใจ
- ข. กระบวนการสังเคราะห์แสง
- ค. การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต
- ง. การหมุนเวียนของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน
- จ. การเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์

35. ถ้านักเรียนจะทดสอบว่า การหายใจของนกคายก๊าซอะไรออกมา ควรใช้อุปกรณ์ในข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. สายยาง แก้ว สารละลายไอโอดีน
- ข. หลอดกาแฟ ชัน สารละลายไอโอดีน
- ค. สายยาง ชัน สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
- ง. สายยาง แก้ว สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- จ. หลอดกาแฟ แก้ว สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์

ให้ใช้แผนภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 36



สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์

36. จากแผนภาพการทดลองนี้ ผลการทดลองพบว่าสารละลายในกล่องที่ 2 เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นฝ้าขาว นักเรียนจะสรุปผลว่าอย่างไร

- ก. สัตว์หายใจก๊าซออกซิเจน
- ข. สัตว์หายใจคายก๊าซออกซิเจน
- ค. สัตว์หายใจก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. สัตว์หายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- จ. สัตว์หายใจใช้และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

37. กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันและมีความสัมพันธ์กัน เราเรียกว่าอะไร
- แหล่งที่อยู่
 - ระบบนิเวศน์
 - การอยู่ร่วมกัน
 - สมมูลธรรมชาติ
 - การพึ่งพาอาศัยกัน
38. ทำไมต้นไม้ในป่าใหญ่จึงมีลำต้นสูงชัน
- เพื่อให้โคนน้ำฝน
 - เพื่อให้ทรงตัวได้ดี
 - เพื่อให้ได้แสงแดด
 - เพื่อให้ได้ออกซิเจน
 - เพื่อให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์
39. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลมากที่สุด
- พืช
 - คน
 - สัตว์
 - สารพิษ
 - ธรรมชาติ
40. ในนาแปลงหนึ่งมีกบขึ้นแทรกอยู่กับต้นข้าว วันหนึ่งฝนตกหนักน้ำท่วมต้นข้าวและ
มีกบจมน้ำ วันต่อมาต้นกบสามารถหอยอดออกจนได้ ส่วนต้นข้าวตายหมด
เพราะเหตุใด
- กบชอบลอยน้ำ
 - กบชอบน้ำมาก
 - ข้าวรับตัวไม่ได้
 - ข้าวไม่ชอบน้ำมาก
 - กบปรับตัวไม่ได้

41. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากการทำลายป่าไม้
- เครื่องบินอินเดียตก
 - การจลาจลในแอฟริกา
 - แผ่นดินไหวในแมกซิโก
 - ความอดอยากในเอธิโอเปีย
 - ภูเขาไฟระเบิดในโคลัมเบีย
42. หมีขาวจากประเทศจีน ได้ถูกนำมาเลี้ยงไว้ในสวนสัตว์เซาตินวนาได้เพียง 1 สปีดส์ ปรากฏว่า หมีตาย น่าจะมีสาเหตุมาจากข้อใดมากที่สุด
- ออกอาหาร
 - คนมองดูมากเกินไป
 - สวนสัตว์อากาศเป็นพิษ
 - ไม่ได้รับความเป็นอิสระ
 - สภาพอากาศผิดไปมาก
43. การกระทำข้อใดที่ทำให้เกิดการเสื่อมดุลของระบบนิเวศน์ในน้ำ ได้รวดเร็วที่สุด
- การผสมพันธุ์ปลา
 - การจลาจลทางน้ำ
 - การค้าขายทางน้ำ
 - การจับปลาผิดฤดูกาล
 - การสูบน้ำทะเลเข้ามาเกลือ
44. การกระทำข้อใดที่ทำให้เสียสมดุลของระบบนิเวศน์บนบกมากที่สุด
- การปลูกพืชคลุมดิน
 - การทำนาสองครั้ง
 - การเผาขยะมูลฝอย
 - การทำไร่เลื่อนลอย
 - การสงวนพันธุ์สัตว์ป่า

45. การทำลายป่าก่อให้เกิดผลเสียอย่างไรเป็นอันดับแรก
- ก. น้ำท่วม
 - ข. ฝนแล้ง
 - ค. ฝนตกหนัก
 - ง. คินชาคความอุดมสมบูรณ์
 - จ. เสียสมดุลของระบบนิเวศน์
46. ปัจจุบันป่าไม้มีจำนวนน้อยมาก ควรจะทำอย่างไรจึงจะทำให้ป่าไม้เพิ่มขึ้นได้
- ก. สร้างสวนสาธารณะ
 - ข. ขยายเขตป่าสงวน
 - ค. ปลูกป่าไม้ทดแทน
 - ง. ใช้วัสดุอื่นแทนไม้
 - จ. ตัดต้นไม้ขนาดเล็ก
47. การป้องกันน้ำท่วมตามธรรมชาติ ควรทำอย่างไร
- ก. สร้างเขื่อน
 - ข. อนุรักษ์ป่าไม้
 - ค. สร้างคันกันน้ำ
 - ง. ขุดลอกแม่น้ำลำคลอง
 - จ. รักษาแม่น้ำลำคลองไม่ให้ตื้นเขิน
48. ในบริเวณใดที่เราจะพบ พืชมีใบเล็กบางที่เปลี่ยนไปเป็นหนาม ลำต้นอวบน้ำ
- ก. หุบเขา ป่าโปร่ง
 - ข. ฝนชุก อากาศหนาว
 - ค. อากาศร้อน แสงแดด
 - ง. ป่าชายเลน น้ำท่วมถึง
 - จ. อากาศหนาว ความสูงเขาสูง

49. ปลาเป็นสัตว์น้ำ ถ้านำมาปล่อยบนบก ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. ปลาจะปรับตัวอยู่บนบกได้
- ข. ปลาจะสามารถใช้เหงือกหายใจบนบกได้
- ค. ปลาจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่บนบกได้
- ง. ปลาจะดำรงชีวิตอยู่บนบกได้อย่างสัตว์บกทั่วไป
- จ. ปลาจะดำรงชีวิตตามปกติเหมือนอยู่ในน้ำ

50. "ประเทศไทยมุ่งหวังจะรักษาป่าไม้ไว้ให้ได้อย่างน้อยที่สุด 50% ของเนื้อที่ของ
ประเทศ แต่ปัจจุบันมีป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ไม่ถึง 15%"

จากข้อความนี้สรุปว่าป่าไม้ของประเทศไทยเป็นอย่างไร

- ก. ถูกลักตัด
- ข. ใกล้เคียงหมด
- ค. ยังอุดมสมบูรณ์ดี
- ง. ลดลงเป็นสัดส่วนพอๆ
- จ. ยังมีมากพอที่จะส่งไปขาย

ขอให้นักเรียนทุกคนโชคดี

การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
สมสมัย สมทรัพย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2529

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบกว้าง เน้นคำถามแบบแคบ และใช้คำถามตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 135 คน

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

AN EXPERIMENT OF SCIENCE TEACHING OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS
THROUGH THE INQUIRY METHOD EMPHASIZING DIFFERENT QUESTIONS

AN ABSTRACT

BY

SOMSAMAI SOMSUP

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April 1986

The purposes of this study were to compare Mathayom Suksa I Students' Achievement in Science and Scientific Creative Thinking through the Inquiry Method Emphasizing Broad Questions, Emphasizing Narrow Questions and the Teacher's Manual Questions.

The subjects were 135 students of Mathayom Suksa I of Chaopraya Wittayakhom School, Yannawa Distric, Bangkok, during the second semester of 1985 academic year.

The results indicated that.

1. The Achievement in Science of the experimental II and control group were significantly different at the .01 level, whereas the experimental I with experimental II and control group were not significantly different.

2. The Scientific Creative Thinking of the experimental I with experimental II and control group were significantly different at the .01 level, whereas the experimental II and control group were not significantly different.

3. The Fluency of the Scientific Creative Thinking of the experimental I with experimental II and control group were significantly different at the .01 level, whereas the experimental II and control group were not significantly different.

4. The Flexibility of the Scientific Creative Thinking of the experimental I with experimental II and control group were significantly different at the .01 level,

whereas the experimental II and control group were not significantly different.

5. The Originality of the Scientific Creative Thinking of the experimental I with experimental II and control group were significantly different at the .01 level, whereas the experimental II and control group were not significantly different.