

5701
5/10/10
1.5

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

ฤดี ประสพศักดิ์

16 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2529

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

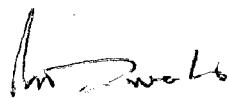
177112

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้.

คณะกรรมการที่ปรึกษา

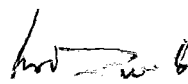
คณะกรรมการสอบ

สมศักดิ์ สมบุญรัตน์ ประธาน

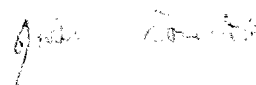


กรรมการ

สมศักดิ์ สมบุญรัตน์ ประธาน



กรรมการ



กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติ เพชรชื่น อาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดเวลา ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พจนา สังวรณกิจ อาจารย์อุทัย บุญมาดี อาจารย์ ชาญชัย กิจสวัสดิ์ อาจารย์บุญพา สิงห์พ อาจารย์สุพิน สิงห์รส อาจารย์พัฒมพงศ์ คาวสุวรรณ อาจารย์พิทยา อำพันธ์ อาจารย์อรุณี มั่นทัฬ และ อาจารย์พัชรา จัตรแก้ว ที่ได้กรุณาแนะนำแก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้วิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ นายณรงค์ นุตคำแหง ผู้อำนวยการโรงเรียนแก้งคอย อาจารย์ สมชาย บุญศิริเกสซ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้กลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูลและขอขอบพระคุณอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ ตลอดจนนักเรียนโรงเรียนแก้งคอย ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขออุทิศเพื่อเป็นการบูชาพระคุณของ บิดา มารดา ครูอาจารย์ของผู้วิจัยทุกท่าน

ณดี ประสพศักดิ์

พฤษภาคม 2529

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16
เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์	19
เอกสารเกี่ยวกับการมองเห็นปัญหา	24
เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	33
เอกสารเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์	37
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	55
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	62
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	64
ประชากร	64
กลุ่มตัวอย่าง	64
แบบแผนของการทดลอง	65

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	66
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	72
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	73
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	74
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
5 สรุป อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	85
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	85
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	86
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	87
การวิเคราะห์ข้อมูล	88
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	88
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	89
ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	105
ก. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา	106
ข. แบบฝึกการมองเห็นปัญหา	127
ค. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	200
ง. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และคะแนนจากการทดสอบ	217

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	65
2	วิเคราะห์วัตถุประสงค์ พฤติกรรม เพื่อใช้ออกข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.3 เรื่องภาวะแวดล้อม	70
3	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	76
4	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบก่อนเรียนและสอบหลัง เรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	77
5	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบก่อนเรียนและสอบหลัง เรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	78
6	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม	79
7	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	80
8	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	81
9	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่ว ในการคิดของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	82
10	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนและหลัง การเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	83
11	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนและหลัง การเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	84
12	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	218

13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	219
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	220
15	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนของ กลุ่มทดลอง	221
16	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนของ กลุ่มควบคุม	222

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็น ปัญหากับการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู	10
2	แสดง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	13
3	แสดง การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก	25
4	แสดง การแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น	26
5	แสดง ขั้นตอนการเรียนรู้ตามทักษะ ของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์	30
6	แสดง รูปแบบของ ขั้นตอนความคิดสร้างสรรค์	50

ภูมิหลัง

ความก้าวหน้าทางวิทยาการ การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่แปลกใหม่ และมีประโยชน์
ความสามารถในการแก้ปัญหาของสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ตลอดจนถึง สิ่งประดิษฐ์
ต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ล้วนแต่เป็นผลผลิตมาจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์
ทั้งสิ้น (หน่วยศึกษานิเทศ กรมการฝึกหัดครู 2523 : 4) ซึ่ง อารี รังสินธ์ (อารี
รังสินธ์ 2527 : 61) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญของ
มนุษย์ และมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เกิดการค้นพบ
สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก การพัฒนาเยาวชนซึ่งจะเป็น
กำลังสำคัญของประเทศชาติต่อไป ให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ
หลายประการ แม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเป็นคุณลักษณะที่มีมาแต่กำเนิด แต่ถ้าขาดการกระตุ้น
และส่งเสริมอย่างถูกวิธีก็จะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ไม่พัฒนาเท่าที่ควร และยากที่จะแก้ไขใน
เวลาต่อมา (หน่วยศึกษานิเทศ กรมการฝึกหัดครู 2523 : 5) เกี่ยวกับเรื่องนี้ อุบลรัตน์
เพ็งสติด (อุบลรัตน์ เพ็งสติด 2526 : 39) ให้ข้อคิดเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถ
พัฒนาได้ หรือสร้างขึ้นมาในตัวของนักเรียนได้ ถ้ากระบวนการเรียนการสอน ได้เริ่มต้นจาก
สถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่ม รวมทั้งนักเรียนสามารถตอบสนองสิ่งนั้น ๆ อย่าง
เหมาะสม

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ลักษณะของเนื้อหาวิชา สามารถช่วยให้นักเรียนมีโอกา
สได้ฝึกฝนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ ดังที่ จรูญ มลิินทร์ (จรูญ มลิินทร์ 2518 :
13) กล่าวไว้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก
สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าไม่เพียงแต่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

เนื้อหาที่เป็นความรู้ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี และสมมติฐานเท่านั้น แต่ยังคงอาศัยการให้นักเรียนมีประสบการณ์ ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่กันไป (ปรีชา วงศ์ศิริ 2526 : 2) ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับจุดหมายของ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ 2522 : 2) ที่ว่า เพื่อช่วยให้นักเรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด และวิเคราะห์อย่างมีระเบียบ วิธีการและ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน ได้กำหนดจุดประสงค์เกี่ยวกับ ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ประโยชน์ของวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำรงชีวิต ซึ่งจากจุดประสงค์นี้ จะเป็นแนวทางในการ เลือกจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้อง และควบคู่ ไปกับการวางแผนการสอน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวธน์ไพบูลย์ 2527 : 20 - 21)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มา ใช้ ซึ่งจากการศึกษาของ ศิริพัฒน์ จันทศิริ และ พิชิต แสงลอย (ศิริพัฒน์ จันทศิริ 2516 : 97-98 และ พิชิต แสงลอย 2522 : 39-42) พบว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน อย่างไรก็ตาม สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 128) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. ได้เสนอแนะไว้ทั้งในคู่มือครูและแบบเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ได้กำหนด ขั้นตอนต่าง ๆ ไว้แล้ว นักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนก็สามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด วิธีการนี้ ไม่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดได้มากนัก และ สมจิต สมัตถพันธ์ (สมจิต สมัตถพันธ์ 2522 : 61) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน ได้แก่ การสอน ซึ่งไม่อาจนำเอาความฉลาด สติปัญญา ของนักเรียนมาใช้ในทาง

สร้างสรรค์ได้ สภาพแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบัน ยังเปิดโอกาสน้อยมากที่จะให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการเพื่อสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ หนังสือวิทยาศาสตร์ก็ ครูเองก็ดี มักจะเพ่งเล็งแต่สิ่งที่คนรู้กันมาแล้วมากกว่าเพ่งเล็งในสิ่งที่ยังไม่มีใครรู้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงโน้มเอียงไปในทางบีบบังคับให้คล้อยตาม หรือเลียนแบบมากกว่าการเรียนตามกระบวนการของการสร้างสรรค์ จากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำถาม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของ วัลภา จิรระวงศ์ (วัลภา จิรระวงศ์ 2528 : 98) พบว่าทักษะที่นักเรียนยังไม่มีหรือมีน้อยมาก คือ ทักษะการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ซึ่งการที่จะให้นักเรียนสามารถคิดเป็น แก้ปัญหาได้ หรือมีความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรจะมีทักษะในการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาใหม่มากกว่าการลอกเลียนแบบ / ดังนั้นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นในปัจจุบัน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาแนวทางด้วยตนเองมากกว่าที่จะกำหนดให้ปฏิบัติตาม ดังเช่นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ในด้านเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น น้อมฤดี จงพยุงะ (น้อมฤดี จงพยุงะ 2516 : 142) ได้เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ ฉะนั้น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของการเรียนรู้เป็นสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์นั้นจะพัฒนาภายใต้การนำของครูที่ชำนาญการจัดสิ่งแวดล้อม หรือสถานการณ์ที่ดี การเร้าให้นักเรียนแสดงออกในทางสร้างสรรค์ ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์การเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ครูเตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้าให้นักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 28 อ้างอิงมาจาก De Cecco. 1968) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 30) กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาประกอบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงการ

พัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูอาจระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา หรือการจัดสถานการณ์ไม่ระบุปัญหา และไม่บอกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาสามารถระบุปัญหา ตลอดจนการหาแนวทางแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุมด้วยตนเอง เป็นการฝึกที่จะนำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบอเนกนัย หรือการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ผู้วิจัยตระหนักถึงแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งผู้เรียนในระดับนี้ส่วนใหญ่อยู่ในวัยที่สามารถคิดอย่างสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีเหตุผล ควรได้รับการกระตุ้นและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดสถานการณ์ที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงสนใจที่จะศึกษาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาและการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาและการสอนโดยการอภิปรายตามคู่มือครู

7. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าทำให้ทราบถึงวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ได้ตัวอย่างแบบฝึกการมองเห็นปัญหา ซึ่งจะ เป็นแนวทางแก่ครูในการสร้างและใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกงคอง จังหวัดสระบุรี ปีการศึกษา 2529 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 420 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกงคอง จังหวัดสระบุรี ปีการศึกษา 2529 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน

ใช้เวลาในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สัปดาห์ละ 4 คาบคาบละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ทดลองสอน เป็นเนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ภาวะแวดล้อม

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนวิทยาศาสตร์ 2 วิธี คือ

5.1.1 สอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

5.1.2 สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม มี 2 ด้าน คือ

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน คือความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูจัดเตรียมสถานการณ์ที่มีปัญหา เพื่อให้ นักเรียนเกิดปัญหา ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา นิยามปัญหา ตั้งสมมติฐานและสามารถออกแบบการทดลองได้

1.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นของการศึกษาค้นคว้า และศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และข้อมูลที่ได้จากแหล่งอื่น ๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

1.3 ขั้นสรุปหลังการทดลอง ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสรุปหรือครูกับนักเรียน ร่วมกันสรุป เพื่อนำผลการลงข้อสรุปไปตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งอาจมีการปรับปรุงสมมติฐาน ถ้าผลของการลงข้อสรุปไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อได้ผลสรุปที่แน่นอนแล้วผลสรุปนั้น อาจจะเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน ซึ่งสามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหา หรืออธิบายในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับปัญหาได้

2. การมองเห็นปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดและการรับรู้ สิ่งที่เป็นปัญหาโดยส่วนรวม แล้วพิจารณาความสัมพันธ์และความแตกต่างของส่วนย่อย เพื่อนำไปสู่การมองเห็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน (ประสาธ อิศรปริตตา 2523 : 194)

พฤติกรรมการมองเห็นปัญหา ประกอบด้วย การระบุสิ่งที่สงสัย การบอกสาเหตุของปัญหา การปรับปรุงปัญหาให้สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง (พิมพันธ์ เตะตะคุปต์ 2526 : 212 - 213 อ้างอิงมาจาก Klopfer. n.d.)

3. แบบฝึกการมองเห็นปัญหา หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นปัญหา ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกย่อย 12 ชุด ใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละแบบฝึก 30 นาที

3.1 โครงสร้างของแบบฝึกการมองเห็นปัญหา ประกอบด้วย

3.1.1 สถานการณ์ที่ประกอบด้วยภาพ หรือภาพไม่สมบูรณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียน

3.1.2 คำถาม ซึ่งมีลักษณะคำถามดังนี้

1. ระบุสิ่งที่สงสัย โดยเขียนในรูปของข้อความที่เป็นคำถาม
2. บอกตัวแปร หรือองค์ประกอบ หรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา
3. ปรับปรุงปัญหาที่ตั้งขึ้นให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง
4. ตั้งสมมติฐาน
5. ออกแบบการทดลอง

3.1.3 กำหนดนำก่อนการทดลองเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับแนวคำตอบของนักเรียน และแนะนำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

3.2 สถานการณ์ หมายถึง สภาพการณ์หรือเงื่อนไขที่ผู้สอนจัดทำ หรือสร้างขึ้น มา เพื่อเป็นสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา สิ่งที่ใช้เป็นสถานการณ์คือ ภาพหรือภาพไม่สมบูรณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียน

4. การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา หมายถึง การจัดกิจกรรม การเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง โดยการปฏิบัติกิจกรรม ในแบบฝึกด้วยตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง และการสรุปหลังการทดลองต่อไป

5. การสอนวิทยาศาสตร์โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู หมายถึง การสอนตาม ขั้นตอนที่ระบุไว้ในคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยครูเป็นผู้นำ อภิปรายในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ด้วยการอภิปรายปัญหาตามคำแนะนำที่ระบุไว้ในคู่มือครู อภิปรายสมมติฐาน บอกจุดประสงค์ของการทดลอง แนะนำข้อควรปฏิบัติขณะทดลอง จากนั้น นักเรียนจึงปฏิบัติการทดลอง และร่วมกันอภิปรายสรุปหลังการทดลอง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่ง วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัด ความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

6.1 ความรู้ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

6.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้ เมื่อปรากฏ ในรูปใหม่ และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

6.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การลงความเห็น จากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

6.4 การนำไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจจากเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ภาวะแวดล้อมไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง

7.1 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำใครในกลุ่มในทางวิทยาศาสตร์

7.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในทางวิทยาศาสตร์

7.3 ความคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัดในทางวิทยาศาสตร์

7.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลอง การคาดคะเนคำตอบจะระบุในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

7.5 ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึงความสามารถในการคิด วางแผนและการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ หัตถ์นีย์ พฤษชลธาร

การสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ดังภาพประกอบ 1

กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
<u>ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ 1. ปัญหาตามที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู 2. สมมติฐาน 3. จุดมุ่งหมายของการทดลอง 4. ข้อควรปฏิบัติขณะทดลอง	<u>ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง</u> ครูแนะนำการทำกิจกรรมในแบบฝึกแล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ดังนี้ 1. บอกสิ่งที่สงสัยโดยเขียนในรูปของข้อความที่เป็นคำถาม 2. บอกตัวแปร หรือองค์ประกอบ หรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัย 3. ปรับปรุงปัญหาที่ตั้งขึ้นให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง 4. ตั้งสมมติฐาน 5. ออกแบบการทดลอง 6. ศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
<u>ขั้นทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน	<u>ขั้นทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
<u>ขั้นสรุปหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่	<u>ขั้นสรุปหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

ภาพประกอบ 1 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็น
ปัญหา กับการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้
5. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
6. เอกสารเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับความคิดสร้างสรรค์

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดค้นด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมสุข ชีระพิจิตร (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 45) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียน

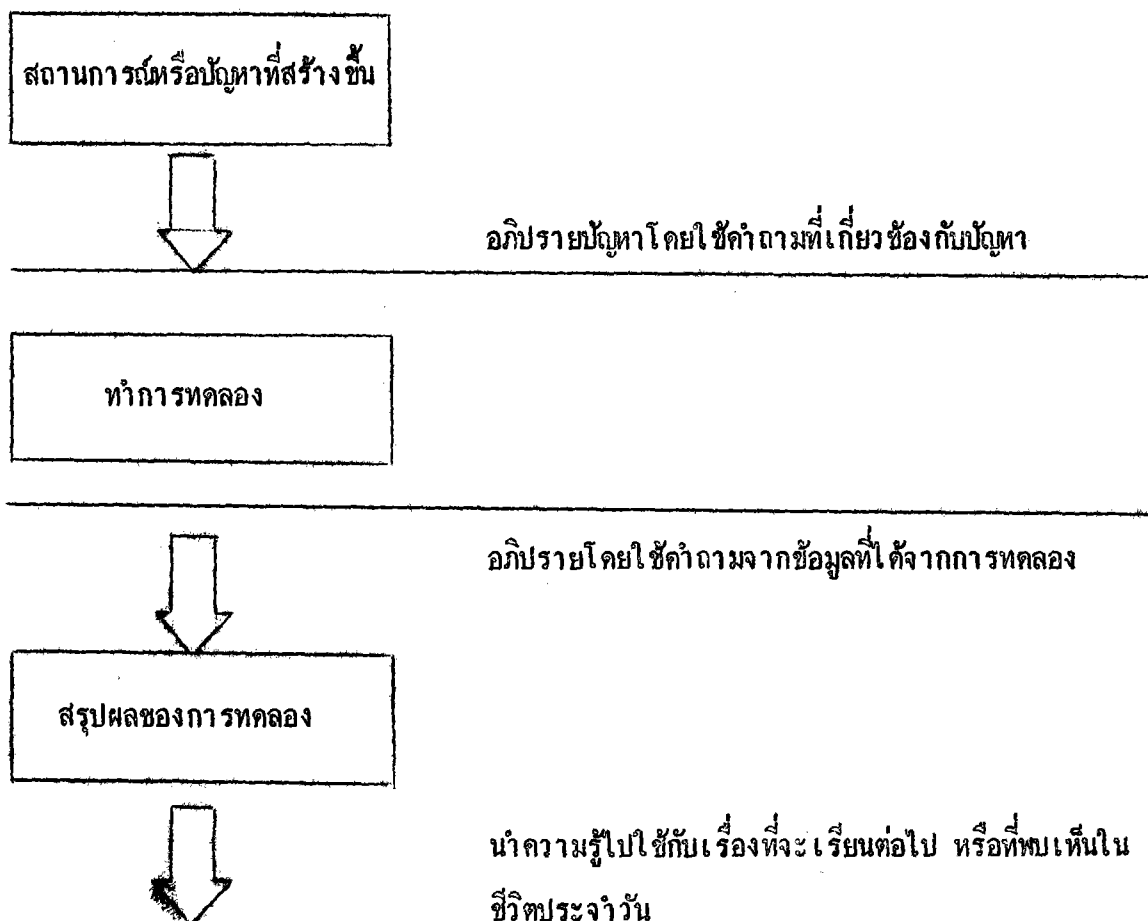
ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจจะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณา โดยการไต่ถาม หรือสอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ โดยตรง หรือทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย

ฉวีวรรณ กินวงศ์ (ฉวีวรรณ กินวงศ์ 2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ วิธีการไต่ถาม หรือการตั้งคำถามเพื่อจะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบ (Discovery) ความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางความคิด โดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้ และตัวความรู้ ซึ่งเป็นผลผลิตของการค้นคว้า

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ทพวงมหาวิทยาลัย (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116 - 118) ได้กำหนดโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพประกอบจะเห็นว่า กิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจะต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลการสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถาม ตามครูหรือถามนักเรียนด้วยกัน นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไป และเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเรื่องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางหาคำตอบของปัญหาข้างต้น
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความ

ปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
5. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อสรุปผลการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 105 - 110) เขียนถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจหาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรก ได้จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สอง ได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้าย ได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคลในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูล อาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์ และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม

ตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น

2. ขั้นสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูล ซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมี การนำไปคำนวณและหรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไป ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบมาแล้ว หรือนำความรู้ที่ได้ใช้เป็นฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

สำหรับขั้นตอนของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางแนวทางของการสอนเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ

3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปราย และการทดลอง จึงได้แบ่งขั้นตอนการสอนเป็น 3 ขั้นตอน ต่อไปนี้ คือ (พรวณีย์ ภวภูตานนท์ 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้ถือเป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ใน การที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการของการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปราย สรุปผล ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงอาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป หรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยแบ่งขั้นตอนของการสอนออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. **ขั้นเตรียมก่อนทดลอง** ถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษาและปลูกฝังให้ผู้เรียน รู้จักใช้ความคิดของตนเอง ตลอดจนหาแนวทางและวิธีการที่จะนำไปสู่การทดลอง
2. **ขั้นทดลอง** เป็นหัวใจสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการ นำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังฝึกให้ผู้เรียน ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกการเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดีอีกด้วย
3. **ขั้นสรุปหลังการทดลอง** เป็นการนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายเพื่อสรุปเป็น ความรู้ใหม่

2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหา ความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษา ปัจจุบันเห็นว่ามีควมจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้ อย่างคล่องแคล่วและ เกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษาหรือปัญหาที่ต้องการ แก้ไขและหาคำตอบหรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้อง หมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันใน ทำนองเดียวกันว่า โดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจน ค้นหาคำตอบใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้ อย่างกว้างขวาง แม้กับวิชาการแขนงอื่นด้วย (พรณี ภวภูตานนท์ 2528 : 39)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต

คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล

ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ประสมประสานความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มี 3 ประเภท คือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติ
2. ข้อมูลเชิงปริมาณ
3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

การสังเกตจะมีประโยชน์มากต่อการศึกษาปัญหา พิจารณาดังสมมติฐานและการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. การวัด

คือ การกำหนด การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม การรวบรวมข้อมูลในทุกขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ

3. การจำแนกประเภท

คือ การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง การจำแนกประเภทจะทำให้เข้าใจปัญหาและเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองหรือกินที่อยู่ มีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับกับวัตถุนั้น สเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ กว้าง ยาว และสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกลับเงาเป็นซ้าย และเป็นขวาซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุเป็นต้น การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา คือ การบอกการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปใน 10 วัน

5. การคำนวณ

คือ การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลองการอธิบาย และการทดสอบสมมติฐาน

6. การสื่อความหมาย

คือ การนำข้อมูลที่ี้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับแล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วมาเสนอให้บุคคลอื่นเข้าใจ

7. การลงความเห็นจากข้อมูล

คือ การอธิบายความหมายและเหตุผลของข้อมูลที่ี้จากการสังเกตและการจัดกระทำโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความเห็นจากข้อมูลใช้ในขั้นทดสอบ ปรับเปลี่ยนสมมติฐานและการสรุป

8. การทำนาย

คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง และสังเกตโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ เป็นพื้นฐานในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน

คือ การสรุปคำตอบล่วงหน้า การชี้แจงความที่น่าจะเป็นก่อนการทดลอง โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

คือ การกำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรหรือคำต่าง ๆ ในสมมติฐานให้สามารถทำการทดลองได้ และเป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. การควบคุมตัวแปร

คือ การชี้แจงตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมติฐาน

12. การทดลอง

คือ การทดสอบสมมติฐานเริ่มจากการออกแบบการทดลอง การดำเนินการตามแผน การใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายและการลงข้อสรุป หรือบางครั้งอาจรวมถึงการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมสมมติฐานให้สอดคล้องกับผลของการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูล

คือ การบรรยายลักษณะ สมบัติและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

3. เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและการคิด รวมทั้งรูปแบบของพฤติกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก การแก้ปัญหาและการคิดมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด บุคคลไม่อาจแก้ปัญหาได้ถ้าปราศจากการคิด การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่ซับซ้อน ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมนุษย์ได้มีพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับสูงเท่านั้น ประสาท อิศรปริศา (ประสาท อิศรปริศา 2523 : 185 - 186 อ้างอิงมาจาก Hilgard. 1971) ได้จำแนกการคิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การคิดแบบสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Associative Thinking) เป็นการคิดที่ไม่มีจุดมุ่งหมาย และไม่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การที่จิตแพทย์ให้คนไข้ได้นอนผ่อนคลายความตึงเครียด แล้วชักชวนคนไข้พูดคุยเรื่องใดก็ได้ที่คนไข้คิดถึง และคิดเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์หนึ่ง หรือการคิดแบบผ่นกลางวัน เป็นต้น

2. การคิดแบบมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) เป็นการคิดที่หาช่องทางเพื่อมุ่งสู่เป้าประสงค์ ซึ่งจะใช้ในการแก้ปัญหาโดยตรง การคิดประเภทนี้ยังแยกเป็นการคิดอีก 2 แบบคือ

2.1 การคิดที่พิจารณาถึงหลักการและเหตุผล ในเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าอะไรถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ดีหรือไม่ดี เป็นการคิดที่พยายามรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่แล้ว ไม่ได้คิดอะไรขึ้นมาใหม่ ได้แก่ การคิดแบบวิจารณ์ (Critical Thinking) การคิดหาเหตุผล (Reasoning Thinking) การคิดแบบเอกลัทธิ (Convergent Thinking) เป็นต้น

2.2 การคิดที่พยายามหาวิธีการหรือความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา การคิดประเภทนี้จะทำให้เกิดวิทยาการและเครื่องประดิษฐ์ใหม่ ๆ ขึ้น เช่น การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นต้น

โครงสร้างของความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา

โครงสร้างของความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา ยังเป็นที่คลุมเครือไม่ชัดเจน นักการศึกษาบางกลุ่มได้ศึกษาถึงความสามารถทางด้านนี้ในแง่ของผลผลิต แต่บางกลุ่มได้ศึกษาในแง่ของกระบวนการของความคิด เช่น กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 313 - 345) เห็นว่าความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสองในโครงสร้างทางสติปัญญา

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971 : 130 citing Dewey) แบ่งกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาหาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาโดยตรงสาเหตุของปัญหา และเสนอออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นในการตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ได้ผลที่ต้องการ ก็ต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ประสาธ อิศรปริศา (ประสาธ อิศรปริศา 2523 : 193) ได้แบ่งพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) ขั้นนี้เป็นการเตรียมตัวในเรื่องต่อไปนี้
 - 1.1 การพิจารณาลักษณะของปัญหา ต้องรู้ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร
 - 1.2 การเตรียมศึกษาความรู้ ทักษะ และวิธีการที่จะแก้ปัญหาหรือการเกิดความคิด
 - 1.3 การเตรียมนิสัยในการตอบสนองของผู้แก้ปัญหา คือ ต้องพยายามลดนิสัยหรือการตอบสนองที่จะเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการแก้ปัญหาลง หรือขจัดให้หมดไป
2. ขั้นฟักตัวของความคิด (Incubation) เป็นขั้นของการพิจารณาสถานการณ์ของสิ่งเร้าใหม่ ๆ ที่จะช่วยแก้ปัญหาได้ ระยะของการฟักตัวนี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อได้ผ่านขั้นการเตรียมการมาบ้างแล้วเท่านั้น
3. ขั้นการเห็นคำตอบ หรือกระจ่างในปัญหา (Illumination) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาได้พบความสัมพันธ์ใหม่ของความรู้หรือข้อมูลที่ได้รับมา เป็นขั้นของการคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยทั่วไปและไม่ใช่ว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ หากแต่เป็นส่วนที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของความรู้และข้อมูลที่ฝังลึกอยู่ในประสบการณ์ในอดีตของผู้แก้ปัญหานั้น
4. ขั้นทดสอบ หรือพิสูจน์คำตอบ (Verification) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาก็จะทำการทดลองหรือตรวจสอบหาข้อเท็จจริงของความสัมพันธ์ของคำตอบที่พบใหม่นั้น เพราะบางครั้งผลที่พบในขั้นที่ 3 อาจเป็นเพียงภาพลวงตา มิใช่วิธีการแก้ปัญหาที่แท้จริง

การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อเกิดปัญหาตามลักษณะวิถีชีวิตของมนุษย์ก็ย่อมจะต้องหาทางแก้ปัญหา นั่นคือเมื่อเรามีความสนใจหรือต้องการจะแก้ปัญหาในเรื่องใด เรื่องหนึ่งก็จะต้องหาทางค้นคว้าหาคำตอบมาอธิบาย

เพื่อแก้ปัญหา นั้น ๆ วิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิดลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยง นักวิทยาศาสตร์ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ (สมจิต สวธนไพญลย์ 2527 : 8)

- ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
- ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ข้างต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ และทฤษฎี สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นเอง แต่ได้มาจากการที่ มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่ปัญหา โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการหาคำตอบของปัญหานั้น ถึงแม้กระบวนการต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้จะมีความแตกต่างกัน แต่มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้างคือ สามารถจัดให้เป็นขั้นตอนได้ วิทยาศาสตร์ก็จัดอยู่ในลักษณะดังกล่าวนี้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ทพวงมหาวิทยาลัย 2525 : 231 - 232)

- 1. ระบุปัญหา
- 2. ตั้งสมมติฐาน
- 3. ทดลอง
- 4. สรุปผลการทดลอง

สมจิต สวธนไพญลย์ (สมจิต สวธนไพญลย์ 2526 : 98 - 101) ได้กำหนด ขั้นตอนของการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การจะแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมเรื่องที่จะเรียน

ให้ออกมาในรูปของปัญหา เราความสนใจของนักเรียนให้เกิดจุดรวมของปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันใน เรื่องที่จะเรียน การกระตุ้นให้เกิดปัญหานั้น ครูต้องพยายามดึงความสนใจของนักเรียน อาศัยสื่อ การเรียนการสอน เช่น ของจริง ภาพ และอุปกรณ์อื่น ๆ หรืออาจอาศัยการสร้างสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นจริง ๆ หรือเรื่องสมมุติมาแล้วให้นักเรียนฟัง เพื่อจะให้ปัญหามาในสิ่งที่เรียนรู้ต่อไป จาก แนวทางดังกล่าวข้างต้น อาจสรุปกิจกรรมที่ครูจะนำมาใช้ได้ คือ

1.1 การให้สังเกตของจริง ภาพประกอบที่ ครู หรือนักเรียน ช่วยกันเตรียมมา อภิปรายร่วมกันจนเกิดปัญหา

1.2 อาศัยการทดลองหรือการสาธิตเป็นขั้นต้นเพื่อนำไปสู่การเกิดปัญหา

1.3 การเล่าเรื่องตำนานหรือนิทานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นการเร้าความสนใจ ให้เกิดขึ้น และการตั้งปัญหาจะตามมาในภายหลัง

1.4 การให้ดูภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสตริป

1.5 การหาปัญหาที่เป็นจุดเริ่มต้นในการช่วยเร้าให้เกิดข้อถกเถียง และเป็นแนว ทางของปัญหาต่อไป

1.6 การให้ข่าวและเหตุการณ์ประจำวันหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นขณะนั้น

1.7 การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น บทบาทสมมติ เล่นเกมหรือสถานการณ์ อื่น เพื่อเป็นการสร้างให้เกิดปัญหา การพิจารณาเลือกสถานการณ์แบบใดก็ขึ้นอยู่กับทักษะ ของครู ความสนใจและวัยของนักเรียน ตลอดจนต้องให้เหมาะสมกับบทเรียนนั้น ๆ ด้วย

2. การตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา สมมติฐานจะเกิดจากภาพที่ได้สังเกตข้อเท็จจริง ต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนหรือเดาสีต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล เช่น ในการสังเกตลูกตุ้มเหล็กกับ ห่วงเหล็ก เมื่อเอาลูกตุ้มเหล็กไปเผาไฟแล้วนำไปล่อห่วงเหล็กจะล่อไม่ได้ แต่เมื่อทิ้งลูกตุ้มไว้ จนเย็นเมื่อนำลูกตุ้มมาล่อห่วงเหล็กอีกครั้งก็จะสามารถล่อห่วงเหล็กได้พอดีเมื่อนักเรียนสังเกต การทดลองก็จะตั้งสมมติฐานตามข้อเท็จจริงที่ได้สังเกต เช่น ความร้อนจะทำให้เหล็กขยายตัว โดยปกติในชั้นเด็ก ๆ ในขั้นตั้งสมมติฐานจะเป็นไปในลักษณะการวางแผนกิจกรรมร่วมกันเพื่อที่จะ

หาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ คือ หากจะใช้วิธีในการหาคำตอบ ซึ่งจะต้องใช้หลาย ๆ วิธี ร่วมกันไม่ใช่เพียงวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว

3. การทดลองและการรวบรวมข้อมูล เมื่อครูและนักเรียนได้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน เพื่อที่จะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ ก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านหรือการทดลองแล้วค้นหาคำตอบที่ละเอียดข้อมูลเหล่านั้นเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานั้น ๆ ครูจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาคอยแนะแนวทางวิธีรวบรวมข้อมูล เช่น จากการอ่านก็ควรแนะแหล่งข้อมูลว่าจะอ่านได้จากหนังสือเล่มใด ถ้าจะทำการทดลองก็ควรเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม เพื่อเป็นการช่วยประหยัดเวลา และให้นักเรียนทำการทดลองได้ทันทีโดยไม่ทำให้เกิดปัญหามากนัก ครูควรให้คำปรึกษาวิธีการ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ว่าเป็นอย่างไร ในเรื่องความเหมือนและความแตกต่างกัน ตลอดจนการพิจารณาเลือกข้อมูลให้ได้ตรงประเด็นให้ได้มากที่สุด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อครูและนักเรียนได้ความรู้ต่าง ๆ จากปัญหาที่วางไว้เป็นแนวทางแล้ว ก็ควรนำข้อมูลเหล่านั้นมารายงานในชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกในชั้นเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของแต่ละคน เมื่อมีการซักถามข้อสงสัย สมาชิกในชั้นเรียนจะช่วยกันตอบคำถามแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลได้ ครูจะคอยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง และช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาด และส่งเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. เอกสารเกี่ยวกับการมองเห็นปัญหา

ลักษณะสำคัญของปัญหา (ประสาธ อิศรปริศา 2523 : 186 - 195)

ปัญหาจะเกิดขึ้น เมื่อกิจกรรมที่เราทำถูกขัดขวางหรือมีอุปสรรคจนไม่สามารถจะใช้นิสัยเดิมที่เคยทำมาแก้ไข สถานการณ์เป็นไปอย่างซับซ้อนสับสน ไม่เกิดความกระจ่างในการที่จะหาทางฝ่าฟันสิ่งกีดขวางหรืออุปสรรคนั้น ๆ

ปัญหาที่เราจะรู้ว่าจะแก้อย่างไร จะขจัดสิ่งกีดขวางได้อย่างไรนั้น ไม่ถือว่าเป็นปัญหาเพราะสิ่งนั้นไม่ทำให้เราต้องขบคิด อาจกล่าวได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความยุ่งยากใจ

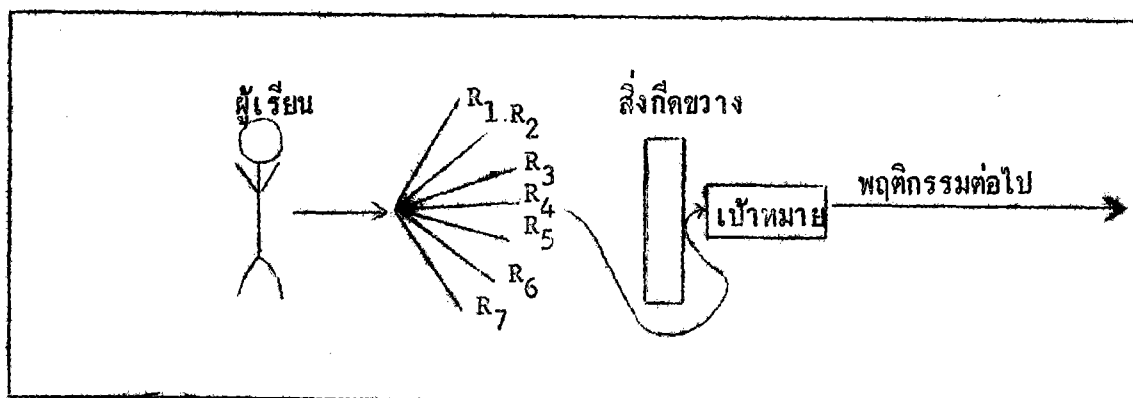
ที่จะไปถึงเป้าหมาย เราจะมองเห็นแต่สิ่งกีดขวาง ซึ่งยังไม่ทราบว่า จะแก้หรือจัดสิ่งกีดขวางนั้น ได้อย่างไร

ดังนั้น เมื่อคนเรามีปัญหา ย่อมหมายความว่า เรื่อย่อมมีเป้าหมายหรือจุดหมายที่เราหวังแต่การที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นมีอุปสรรคขัดขวาง ไม่อาจมองเห็นแนวทางที่จะไปสู่สิ่งที่หวังนั้น หรือมองเห็นแนวทางที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นได้หลายทาง หรือมีเป้าหมายในเวลาเดียวกันถึง 2 อย่าง หรือมากกว่าขึ้นไป ซึ่งไม่อาจตัดสินใจได้ว่า จะทำอย่างไร

ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละคนย่อมมีวิธีการต่าง ๆ แตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ใช้แก้ปัญหานั้น ๆ นั้น คนส่วนใหญ่จะใช้วิธีการที่เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ลักษณะ ใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการหยั่งเห็น (Insight)

1. การแก้ปัญหาคด้วยวิธีลองผิดลองถูก

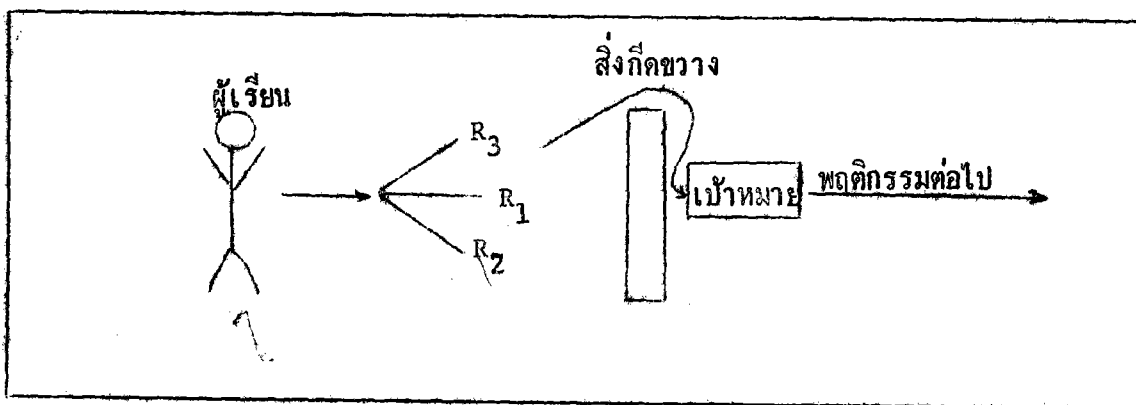
การแก้ปัญหาคด้วยวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้เผชิญปัญหา มองไม่เห็นแนวทางหรือไม่อาจคิดหาวิธีที่จะแก้ปัญหานั้นได้ จึงต้องใช้วิธีการทดลองทำแบบเดาสุ่ม หลายอย่าง เพื่อจะหาวิธีที่ดีที่สุดที่จะแก้ปัญหานั้น



ภาพประกอบ 3 แสดงการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

จากภาพประกอบ ผู้แก้ปัญหาต้องทำการทดลองแบบเดาสุ่มด้วยวิธีต่าง ๆ ถึง 7 วิธี จึงจะสามารถแก้ปัญหาได้

2. การแก้ปัญหาด้วยการหยั่งเห็น วิธีแก้ปัญหาลักษณะนี้ผู้แก้ปัญหจะต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญา การคิด และการรับรู้ การแก้ปัญหจะเริ่มด้วยการรับรู้รูปร่างทั้งหมดของปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนรวมทั้งหมด แล้วก็มองเห็นลู่ทางหรือช่องทางที่จะแก้ปัญหได้ทันทีทันใดอย่างกระจ่างแจ้งโดยตลอด



ภาพประกอบ 4 แสดงการแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น

ตามแนวคิดของนักจิตวิทยาในกลุ่มเกสทอลท์ที่มีความเห็นว่า เมื่อคนเราเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหา ภาวะของความรู้ความเข้าใจ (Cognition) ก็จะอยู่ในลักษณะที่ไม่สมดุลย์ และความไม่สมดุลย์ดังกล่าวก็อาจจะยังปรากฏอยู่จนกระทั่งสามารถแก้ปัญหาได้ ฉะนั้นตามแนวคิดนี้ ภาวะความไม่สมดุลย์ของความรู้ความเข้าใจ จะมีลักษณะ เป็นแรงจูงใจที่จะผลักดันให้อันตรียมีกิจกรรมเพื่อจะทำให้เกิดภาวะที่สมดุลย์ของความรู้ความเข้าใจขึ้น

ในทัศนะของกลุ่มเกสทอลท์ ถือว่าการเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Phenomenon) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง การเรียนรู้จะเป็นเรื่องของการจัด

ระเบียบหมวดหมู่ หรือรูปร่างของปรากฏการณ์ให้เป็นโครงสร้างแห่งความรู้ความเข้าใจ เมื่อคนเราเผชิญปัญหา ก็จะเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยการรับรู้ปัญหาแบบทั้งหมด และจะพยายามจัดรูปแบบ (Pattern) ของสิ่งที่รับรู้ให้ขึ้นใหม่ ในขณะที่เรากำลังหาช่องทางที่จะแก้ปัญหา ถ้าหากเราได้มองเห็นสถานการณ์หรือปัญหานั้นในวิถีทางหรือรูปแบบใหม่ก็แสดงว่า เราได้ค้นพบหรือเกิดความเข้าใจในช่องทางที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ นั่นเอง

การเปลี่ยนรูปแบบของสิ่งที่รับรู้ หรือการมองเห็นวิถีทางใหม่นั้น จะเกิดขึ้นหลังจากเราได้คิดใคร่ครวญแล้ว การเปลี่ยนรูปแบบของสิ่งที่รับรู้ในลักษณะที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างกระจ่างแจ้งหรือมองเห็นช่องทางที่จะแก้ปัญหาย่างทะลุปรุโปร่ง เช่นนี้ เรียกว่า "การหยั่งเห็น" ซึ่งตรงกับคำว่า "Insight"

การหยั่งเห็น หมายถึง ความเข้าใจสาระสำคัญขององค์ประกอบในปัญหานั้นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ควรแก้ตรงจุดใดก่อนหลัง หรือการหยั่งเห็นเป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นหลังจากที่มีการลองผิดลองถูกอยู่ระยะหนึ่ง แล้วเกิดความนึกมองเห็นช่องทางที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ

มาร์ซ (Marx. 1977 : 227 - 246) ได้อ้างถึงแนวคิดของนักจิตวิทยาในกลุ่มเกสทอลท์เกี่ยวกับการหยั่งเห็นปัญหา (Insight Problem) ไว้ดังนี้

นักจิตวิทยาในกลุ่มเกสทอลท์มีความคิดว่าการแก้ปัญหาที่ถูกต้องนั้นมนุษย์ควรได้รับการฝึกฝนให้สามารถวิเคราะห์กรรมวิธีที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา และได้รับประสบการณ์จากปัญหาต่าง ๆ ให้เห็นตัวปัญหาที่แท้จริง มนุษย์จะค้นพบวิธีแก้ปัญหานั้นได้ก็ต่อเมื่อคิดให้ตรงประเด็นของปัญหา และเกิดการหยั่งเห็นในวิธีการที่จะแก้ปัญหานั้น

มนุษย์จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อมีแนวความคิดแก้ปัญหานั้นถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นถูกต้องทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนก็ตาม นักจิตวิทยาในกลุ่มเกสทอลท์กล่าวว่า ตั้งแต่แรกเริ่มที่คิดแก้ปัญหาไปจนสามารถระบุวิธีแก้ปัญหานั้น หรือแก้ปัญหานั้นลง มนุษย์จะต้องคิดเปลี่ยนแปลงกลับกรองความรู้ความนึกคิดหลายครั้ง หลายขั้นตอน คิดต่อกันไปเรื่อย ๆ จากวิธีแรกซึ่งไม่ค่อยจะเหมาะสมนัก ไปจนบรรลุวิธีสุดท้ายที่เหมาะสมที่สุด ดังเคอร์ (Marx. 1977 : 227 citing Duncker. n.d.) กล่าวว่า อุปสรรคอย่างหนึ่งในการคิดหาวิธีแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมที่สุดคือ

ความไม่รู้จักเปลี่ยนแปลงความคิด ถ้าผู้มีหน้าที่คิดแก้ปัญหาใช้หลักการใดหลักการหนึ่งเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ฉะนั้นคังเคอร์ จึงได้แบ่งลักษณะแนวความคิดในการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ประการคือ ลักษณะที่ดีประการหนึ่งและลักษณะที่ไม่ดีอีกประการหนึ่ง ลักษณะแนวความคิดในการแก้ปัญหาที่ดีเป็นลักษณะที่จะช่วยให้ถึงวัตถุประสงค์หรือเจตนารมณ์ได้แม้ว่าจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้างในระยะแรกก็ตาม ตรงกันข้ามกับลักษณะในการแก้ปัญหาที่ไม่ดี จะแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะไม่ได้เกิดจากความเข้าใจในตัวปัญหาที่แท้จริง และเป็นลักษณะแนวความคิดที่ควรปฏิเสธ

เชียเซอร์ (Marx, 1977 : 228 - 229 citing Scheere, n.d.) เป็นนักจิตวิทยาอีกผู้หนึ่งที่มีแนวความคิดคล้ายคลึงกับของคังเคอร์ เชียเซอร์มีทัศนะว่าแต่ละปัญหามีโครงสร้างเฉพาะตัว ซึ่งแนวหรือวิธีแก้ปัญหาย่อมเฉพาะตัวด้วยผู้ใดมีความคิดรับรู้ข้อมูลหรือตัวปัญหานั้นถูกต้องก็จะเกิดการหยั่งเห็นวิธีแก้ไขที่ถูกต้องด้วยโดยอัตโนมัติ บุคคลที่สามารถคิดแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์จะต้องไม่มีความคิดแรกเริ่มที่ผิดแนวทาง แต่จะต้องเห็นแนวทางบางอย่างอยู่ก่อนแล้ว และค่อย ๆ ปรับการรับรู้หรือกลั่นกรอง จนเกิดการหยั่งเห็นอันถูกต้อง การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าบุคคลรับรู้ปัญหาผิดแนวทาง แต่จะทำให้ปัญหาทวีความยากยิ่งขึ้น เชียเซอร์ยกตัวอย่างว่า ถ้าให้ผู้ใดคนหนึ่งเอาเชือก 1 เส้น ผูกท่อนไม้ 2 ท่อนเข้าด้วยกัน บุคคลผู้นั้นจะทำให้ได้ง่าย ถ้าเห็นเชือกปล่อยปลายมาจากเพดาน แต่บุคคลผู้นั้นอาจจะงุนงงถ้าเห็นเชือกเส้นนั้นถูกนำไปผูกรูปภาพ กระบอก ฯลฯ แขนงไว้ก่อนแล้ว เพราะลักษณะของเชือกเหล่านั้นชวนให้คิดว่า เชือกมีไว้แขวนมิใช่ไว้ผูก

การหยั่งเห็นในการแก้ปัญหาตามทัศนะของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ เป็นการหยั่งเห็นที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันและถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางของการเกิดวิธีแก้ปัญหาขึ้นเองตามทัศนะของกลุ่มเกสตัลท์แตกต่างจากแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยมที่เน้นการลองผิดลองถูก (Trial and Error) มีคำ 2 คำ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า การหยั่งเห็น คือ ความเข้าใจ (Understanding) และการจดจำ (Memorization) ความเข้าใจเป็นคุณลักษณะที่นักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ให้ความสนใจมาก ส่วนคำว่า การจดจำ เป็นคำที่นักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยมกล่าวถึงอยู่เสมอ ได้มีการศึกษาหลายครั้ง เกี่ยวกับการที่จะได้ทราบแน่ชัดว่า

การที่มนุษย์เราเรียนรู้ด้วยความเข้าใจหรือการจดจำ อย่างไหนจะให้ผลดีกว่ากันในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาในที่นี้มีได้หมายถึงรูปแบบของปัญหาที่ยกมาให้เรียนรู้ แต่หมายถึงปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากปัญหารูปแบบต่าง ๆ ที่ยกมาให้ดู คังเกอร์ (Marx. 1977 : 244 - 245 citing Duncker. n.d.) ได้พบว่าบุคคลที่เรียนรู้โดยหลักการหรือความเข้าใจ มีแนวโน้มที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่เรียนรู้โดยการจดจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่มีลักษณะแตกต่างไปจากรูปแบบที่ให้เรียนรู้และฝึกหัดอยู่

นักจิตวิทยาในปัจจุบันแม้ได้เข้าใจถึงความสำคัญของ "ความเข้าใจ" แล้วว่า บุคคลใดที่สามารถหยั่งเห็นถึงปัญหาถูกแง่มุม บุคคลนั้นนอกจากจะสามารถแก้ปัญหาได้บรรลุผลสำเร็จ และยังทราบด้วยว่าตนเองคิดวิธีแก้ปัญหานั้นได้อย่างไร แต่ปัญหาที่มนุษย์จะต้องพบและแก้ปัญหานั้นมีมากมายหลายแบบเป็นอเนกประการ ลักษณะการเรียนรู้โดยการจดจำ หรือความเข้าใจลักษณะใดที่จะนำไปใช้ปฏิบัติงานแก้ปัญหาร่วมกับการหยั่งเห็นปัญหา ที่มองเห็นปัญหาถูกแง่มุมแล้ว จึงย่อยขั้นตอนอยู่กับลักษณะ ของปัญหาหรือวัตถุประสงค์เป็นสำคัญ

การหยั่งเห็นปัญหา (Insight Problem) เป็นการนำปัญหามาให้ทดลองฝึกแก้ปัญหา นักจิตวิทยากลุ่มเกสทอลท์นิยมนำมาใช้เพื่อทดสอบ เคล็ดลับของปัญหาชนิดนี้คือ เมื่อเสนอปัญหาบุคคลจะเข้าใจสภาพปัญหาไม่ถูกต้อง แต่วิธีแก้ปัญหานั้นยากนักถ้ารับความคิดเห็นให้อยู่ในสภาพที่ถูกสิ่งที่ยกมาเป็นปัญหาอาจเป็นวัตถุทั่ว ๆ ไป หรือจนกระทั่งการร่างปัญหามนหน้ากระดาษ (Marx. 1977 : 236 - 237)

การแก้ปัญหาคับการหยั่งเห็นเป็นกระบวนการคิดและการรับรู้ เริ่มด้วยการรับรู้รูปร่างทั้งหมดของปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนรวมทั้งหมด แล้วมองเห็นช่องทางหรือวิธีการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างกระจ่างแจ้ง

ศศิเกษม ทองยงค์ ได้กล่าวถึงจิตวิทยาการเรียนรู้การสอนไว้ดังนี้ (ศศิเกษม ทองยงค์ 2523 : 16 - 18)

1. การรับรู้เป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ และคนเรามีความสามารถในการรับรู้ต่างกัน การรับรู้นี้อาจเกิดจากการรับรู้ตามสภาพความเป็นจริงหรือสภาพของสิ่งเร้าต่าง ๆ

ก็ได้ แต่การรับรู้ นั้น ๆ จะต้องมีความสัมพันธ์กัน การรับรู้เป็นเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งจะไม่ทำให้เข้าใจในส่วนหนึ่งได้ โดยเฉพาะการรับรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจทั้งหมดนั้น จะต้องรับรู้เป็นส่วนรวมทั้งหมดเสียก่อน แล้วจึงมาพิจารณาส่วนย่อยเป็นส่วน ๆ การรับรู้ในลักษณะนี้จะทำให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ได้ถูกต้อง

2. การเรียนรู้ คือ การแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง ความสามารถในการแก้ปัญหานี้ขึ้นอยู่กับความสามารถหยั่งเห็น (Insight) ของบุคคล ถ้าบุคคลใดมีความหยั่งเห็นในปัญหาได้ ผู้นั้นก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ ลักษณะที่เกิดขึ้นเช่นนี้ คือ ผู้นั้นเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง

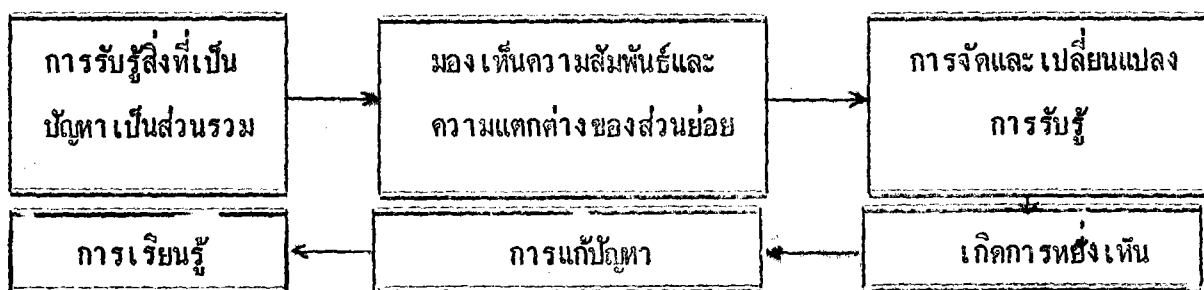
การหยั่งเห็นของบุคคลขึ้นอยู่กับ

1. ความสามารถส่วนบุคคล ขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพ ความพร้อม และระดับสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิม ถ้าเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ก็จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

3. สภาพการณ์หรือสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่จัดให้ บางคนแนะนำคนเดียวก็เข้าใจ บางคนต้องชี้แจงอย่างช้า ๆ ต้องจัดสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มากมายจึงจะสามารถเข้าใจได้

การหยั่งเห็นจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อ

1. บุคคลพยายามที่จะแก้ปัญหานั้นอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. บุคคลได้รับรู้สิ่งเร้าทั้งหมด แล้วพิจารณาความสัมพันธ์และความแตกต่างของส่วนย่อย ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นปัญหา



ภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทัศนะของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt)

นอกจากขั้นตอนการเรียนรู้แล้ว การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อ

1. เกิดการหยั่งเห็น หมายถึง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของความคิด
2. มีจุดหมายหมาย คือ มีความสนใจ ตั้งใจที่จะแก้ปัญหา มีแรงจูงใจในการเรียนรู้
3. มีโครงสร้างของประสบการณ์ที่ดี หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมี

เหตุผล และความสามารถในการจัดรูปของสิ่งเร้าเพื่อการรับรู้ของแต่ละบุคคล

ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การเสนอปัญหาเป็นขั้นแรกของการแก้ปัญหา ปัญหาเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้น ถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาอย่างไร ก็จะต้องให้นักเรียนสังเกตหรือได้ข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ของครูคือ การเสนอข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ของการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกตข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาค้นคว้าด้วยตัวนักเรียนเอง คำถามที่นำไปสู่การมองเห็นปัญหา หรือการกำหนดปัญหาจากข้อเท็จจริง เช่น (อำนาจ รุ่งรัศมี 2525 : 164 อ้างอิงมาจาก สมจิต สมิตพันธ์)

- นักเรียนสังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นหรือไม่
- มีอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้าง
- มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
- มีอะไรทำให้น่าสงสัยหรือไม่
- ปัญหาที่กล่าวออกมานั้นสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงที่เราได้รับหรือไม่

ฯลฯ

วรารณ ชัยโอกาส (วรารณ ชัยโอกาส 2521 : 215) ได้ให้ความหมายของการเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหาไว้ว่า การเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะตั้งสมมติฐาน การวางแผนที่จะทดสอบสมมติฐาน การที่จะทราบว่านักเรียนมีพฤติกรรมด้านนี้หรือไม่ อาจทำได้โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

1. บอกปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ตั้งสมมติฐานหรือสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น
3. เลือกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น
4. ออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 243)

ได้กล่าวว่า การมองเห็นปัญหาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก คนที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกันไม่จำเป็นต้องมองเห็นปัญหาเหมือนกัน หรือบางคนอาจมองไม่เห็นปัญหาเลยก็ได้ ความสามารถในการมองเห็นปัญหาของคนนั้นส่วนใหญ่จะเกิดมาจากการช่างสังเกต ช่างคิด รวมทั้งความรู้และประสบการณ์เดิม การมองเห็นปัญหานั้นนำไปสู่การค้นคว้าทดลองต่อไป ซึ่งได้แก่การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน ซึ่ง พินท์นัธ เคชะคุปต์ (พินท์นัธ เคชะคุปต์ 2526 : 212 - 213) ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการมองเห็นปัญหา ตามแนวของ คลอปเฟอร์ ไว้ว่าการมองเห็นปัญหา ประกอบด้วย

1. การยอมรับปัญหา คือ เริ่มตั้งแต่ผู้เรียนตระหนักถึงขอบข่ายของปัญหาไปจนถึงการระบุปัญหาให้ชัดเจน
 2. ตั้งสมมติฐาน สมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล ถ้ามีระบุปัญหาที่ชัดเจน ก็จะทำให้ผู้เรียนมีแนวทางในการตั้งสมมติฐานเพื่อตอบคำถามปัญหานั้น ๆ
 3. เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง การเลือกทั้งวิธีสังเกตและวิธีการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล
 4. ออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน คือ ก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ผู้เรียนจะออกแบบและคิดหาวิธีการทดลองที่เหมาะสมแล้วทำการทดลองตามแผนที่กำหนดให้
- นิคม ทาแดง (นิคม ทาแดง 2526 : 116) ได้กล่าวถึงการเลือกสื่อเสนอปัญหาว่าในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น การใช้สื่อสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนรู้สึก

ในสภาพปัญหาและเข้าใจประเด็นปัญหา เป็นการเริ่มต้นบทเรียนที่จะนำไปสู่กิจกรรมลูกโซ่ของการสืบเสาะหาความรู้ที่มีความหมายต่อไป สื่อการเรียนการสอนสำหรับชั้นการเสนอปัญหาทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนต้องเป็นสื่อที่เสนอสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่สร้างความสนใจ ทำให้ผู้เรียนสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจกับสภาพการณ์ปัญหา และตั้งสมมติฐานหรือเดาคำตอบสำหรับปัญหานั้น ๆ ได้ โดยสื่อการเรียนการสอนที่เลือกใช้ ควรเป็นสื่อที่เสนอสถานการณ์เป็นข้อมูลที่ขัดแย้งกับความเคยชิน แต่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียนหรือเป็นสื่อที่สร้างสถานการณ์ปัญหาโดยตรง

จากทฤษฎีเกี่ยวกับการมองเห็นปัญหา และการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ขั้นตอนหนึ่งที่นับว่าสำคัญ และเป็นขั้นตอนที่จะนำผู้เรียนไปสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง คือ การฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเตรียมก่อนการทดลอง จึงควรเป็นการเสนอสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ชวนคิด เกี่ยวข้องกับความรู้ความสามารถที่มีอยู่เดิม ระวังให้นักเรียนนำความรู้ความสามารถเดิมมาใช้ และการชี้แนะให้นักเรียนมองเห็นจุดหมายปลายทางของสิ่งที่เรียน

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

หลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึก สุจริต เพียรชอบ และ สายใจ อินทรมรรย (สุจริต เพียรชอบ และ สายใจ อินทรมรรย 2522 : 52 - 62) กล่าวว่าต้องยึดหลักตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของ ธอร์นไคค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดี (Law of Use) ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำไม่ได้ดี (Law of Disuse)

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถ และความสนใจต่างกัน ฉะนั้น ในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากและง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

วรรณาด พ่วงสุวรรณ (วรรณาด พ่วงสุวรรณ 2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ชั้นต่าง ๆ ในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาวัยรุ่นและจิตวิทยาการเรียนการสอน
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของแบบฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนด

ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็กมีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดี ไว้ดังนี้

ริเวอร์ (River. 1968 : 97 - 105) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ
- ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละบทฝึกควรรวบรวมประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ฮาร์เรส (Hareess. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และการสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และสนองตอบดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่า แต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัด แต่ละชนิด แต่ละรูปแบบ ว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถ และเข้าใจลงในแบบฝึก
5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากบทเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

ศศิธร สุทธิแพทย์ (ศศิธร สุทธิแพทย์ 2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ เป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะกับวัยและความสามารถ

7. อาจศึกษาด้วยตนเองได้

เช่นเดียวกับ นิตยา ฤทธิโยธี (นิตยา ฤทธิโยธี 2520 : 1) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจ และท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ชต์ (Petty. 1963 : 469 - 472) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ
2. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลเนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของ เขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น
3. แบบฝึกหัดที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองต่อไปได้
4. การให้เด็กทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่น หรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็ก ให้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทันที่
5. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือแบบเรียนจะช่วยให้เด็กฝึกฝนได้อย่างเต็มที่

6. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่ต้องเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ มากขึ้น

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต่อการฝึกทักษะของนักเรียนและการฝึกการมองเห็นปัญหานั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ผู้เรียนจะเกิดปัญหาได้จากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงบางประการ ฉะนั้น ถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดปัญหาอย่างไร ก็จะต้องให้นักเรียนได้สังเกตหรือได้ข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ หน้าที่ของครู คือ การเสนอข้อเท็จจริง หรือจัดสถานการณ์ของการเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาข้อเท็จจริง เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาคด้วยตัวนักเรียนเอง

6. เอกสารเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

คลอฟเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) เป็นนักการศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยฟิสเบอร์ก ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลง เช่น กระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะและความสามารถ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ เป็นต้น วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคลอฟเฟอร์เป็นที่แพร่หลายมากในปัจจุบัน สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ในปัจจุบันได้ยึดเป็นแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย (พิมพ์พันธ์ เดชะอุปต์ 2526 : 196 - 221)

วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนว คลอฟเฟอร์ คือ

1. ให้มีความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือ และจากการฟังคำบรรยาย เป็นต้น

1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความจริงเดี่ยวเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมীরสเปรี้ยว เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ มโนคติ คือ การนำความจริงเดี่ยวหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นรูปใหม่ ซึ่งเรียกว่าเป็นความคิดรวบยอด เช่น มโนคติของความหนาแน่นของสารการเจริญเติบโต กลือ การแพร่ ธาตุ เป็นต้น

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนำมโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ ซึ่งเรียกว่า หลักการกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เช่น กฎของอาคีเมดิส กฎของเมนเดน กฎของโอห์ม เป็นต้น

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ ตัวอย่างเช่น

อักษรย่อแทนชื่อ Ag แทน ธาตุโลหะเงิน

สมการแทนปฏิกิริยา $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$

เครื่องหมายในวิชาไฟฟ้า  แทน ตัวต้านทานไฟฟ้า

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียน เป็นวัฏจักร เป็นวงชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับชั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของกาซไนโตรเจน วงชีวิตของผึ้ง วงชีวิตของแมลงหวี่ เป็นต้น

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีกฎเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น ใช้เกณฑ์ชนิดของสิ่งมีชีวิต แบ่งสิ่งมีชีวิตเป็น โปดิส ฟิช สัตว์หรือใช้เกณฑ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการการเกิด แบ่งสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ สิ่งมีชีวิตชั้นสูง

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่ เช่น วิธีหาความถ่วงจำเพาะของปรอท วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ เป็นต้น

กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึง สิ่งที่คุณรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ตัวอย่างของคำศัพท์และนิยามเหล่านี้ ได้แก่ "หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง" "น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง"

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.2.1 เข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือเป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนเคยเรียนรู้โมเมนต์ของวัฏจักร เช่น วัฏจักรการเจริญเติบโตของพืช โดยเริ่มจากเมล็ด ต่อมางอกเป็นลำต้นแล้วกลายเป็นเมล็ดอีกครั้ง หลังจากนั้น ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของ น้ำ แผลงน้ำ การระเหย การเกิดเมฆและฝน เป็นต้น ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำอยู่ในรูปของวัฏจักรเช่นกัน

1.2.2 เข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของ ข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษาเรื่องแรง ถ้าผู้สอนกำหนดใจหมายว่า "ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ" ผู้เรียนสามารถแปลความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้ หรือกำหนดสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีทำให้ผู้เรียนสามารถแปลความหมายเป็นคำพูดได้

2. ให้มีความรู้และทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ การสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ จำเป็นต้องมีการวัดควบคู่กันไป สำหรับวัตถุประสงค์ข้อนี้ ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

2.1.1 สังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำในปีกเกอร์ที่กำลังเดือด

2.1.2 บรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสมคือ ต้องการให้สื่อความหมายของผลที่ได้จากการสังเกตให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

2.1.3 วัดขนาดของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น วัดอุณหภูมิสารละลายจนสีที่เปลี่ยนไปขณะเดือดได้ถูกต้อง ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการสังเกตให้ละเอียดมากขึ้น

2.1.4 เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม คือ รู้จักใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ต้องการวัดอุณหภูมิของร่างกาย ก็ควรเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ เป็นต้น

2.1.5 รู้ว่าความเที่ยงตรงของการวัดสิ่งต่าง ๆ มีขอบเขตจำกัด เนื่องจากมาตราต่าง ๆ ที่กำหนดไว้บนเครื่องมือสำหรับวัดมีขีดจำกัด เช่น มาตรฐานเทอร์โมมิเตอร์ แบ่งออกเป็นขีด ๆ ขีดละหนึ่งองศา ดังนั้นความเที่ยงตรงในการวัดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในชั้นขององศาเท่านั้น

2.2 การมองเห็นปัญหา วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

2.2.1 ยอมรับในปัญหา คือ เริ่มตั้งแต่ผู้เรียนตระหนักถึงขอบข่ายของปัญหาไปจนถึงการระบุปัญหาที่ชัดเจน

2.2.2 ตั้งสมมติฐาน สมมติฐาน หมายถึงการคาดคะเนคำตอบอย่างมีหลักการและเหตุผล ถ้ามีการระบุปัญหาที่ชัดเจน ก็จะทำให้ผู้เรียนมีแนวทางในการตั้งสมมติฐาน เพื่อตอบคำถามปัญหานั้น ๆ

2.2.3 เลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน หมายถึง การเลือกทั้งวิธีการสังเกต วิธีการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล

2.2.4 ออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน คือก่อนที่จะลงมือทำการทดลอง ผู้เรียนออกแบบและคิดหาวิธีการทดลองที่เหมาะสม แล้วทำการทดลองตามแผนที่กำหนดไว้

2.3 การแปลผลจากข้อมูลและการสร้างข้อสรุป วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

2.3.1 การจัดทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาปรับและเปลี่ยนรูปใหม่ เพื่อสามารถอ่านได้ง่ายและเข้าใจมากขึ้น เช่น การจัดทำข้อมูลในรูปตาราง เป็นต้น

2.3.2 เสนอข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร เช่น ในการทดลองวัดปริมาตรของอากาศภายใต้ความดันที่เท่ากัน แต่อุณหภูมิต่างกันจากการทดลอง ผู้เรียนวัดปริมาตรของอากาศได้ 18.7 cm^3 ที่อุณหภูมิ 100°C (373 K) 14.6 cm^3 ที่อุณหภูมิ 20°C (293 K) 13.7 cm^3 ที่อุณหภูมิ 0°C (273 K) และ 11.6 cm^3 ที่อุณหภูมิ -40°C (233 K) ผู้เรียนนำข้อมูลเหล่านี้มาเสนอในรูปกราฟ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาตรของอากาศเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ (เป็นองศาสัมบูรณ์)

2.2.3 แปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองขั้นแรก การแปลความหมายเป็นการพิจารณาเพื่อลงความเห็นข้อสรุปที่ได้ขึ้นกับผลการทดลอง

2.2.4 การเติมความและการขยายความ การเติมความเป็นการพยากรณ์ต่าง ๆ ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ได้มา เช่น ในการทดลองวัดปริมาตรของอากาศ ผู้เรียนวัดจริงที่อุณหภูมิ 20°C และ 0°C แต่ไม่ได้วัดที่อุณหภูมิ 10°C เมื่อนำข้อมูลมาเสนอในรูปกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แล้วผู้เรียนบอกได้ว่าที่อุณหภูมิ 10°C ปริมาตรของ

อากาศประมาณ 14.2 cm^3 โดยดูจากตำแหน่งเส้นกราฟเช่นนี้เรียกว่าการเติมความ ขยายความนั้นเป็นการพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ที่เลยขอบเขตของข้อมูลที่ได้มา เช่น ข้อมูลที่ได้จาก การทดลองวัดปริมาตรของอากาศสูงสุดที่อุณหภูมิ 373 K เท่านั้น และเมื่อนำข้อมูลมาเสนอในรูป กราฟ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าที่อุณหภูมิ 425 K ปริมาตรของอากาศมีค่าประมาณ 21.6 cm^3 โดยดูจากเส้นกราฟที่เลยขอบเขตของข้อมูลที่ได้มาเช่นนี้ เรียกว่า การขยายความ

2.2.5 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยการวิเคราะห์ ผลการทดลองในขั้นต่อไป หลังจากที่ได้เลือกสมมติฐานที่คาดว่าจะเป็นไปได้มากที่สุด วางแผน และดำเนินการทดลอง และจัดกระทำข้อมูลที่ได้นั้นถึงการแปลความหมายข้อมูล ผลที่ได้จากการ ทดลองจะบอกให้ผู้เรียนทราบว่า สมมติฐานนั้นอาจเป็นที่ยอมรับหรือไม่เป็นที่ยอมรับ

2.2.6 การสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีหลักเกณฑ์และเหตุผล เช่น ในการ ทดลองเรื่องการวัดปริมาตรของอากาศในที่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผู้เรียนพบความสัมพันธ์ที่ว่าปริมาตร ของอากาศจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ (เป็นองศาสัมบูรณ์) ข้อสรุปนี้อาจหมายรวมครอบคลุม ไปถึงกาทุกชนิด ผู้เรียนจะสามารถสรุปเช่นนี้ได้ ต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง โดยใช้ ตัวอย่างกาหลาย ๆ ชนิด

2.4 การทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียน มีความสามารถดังนี้

2.4.1 ตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทฤษฎี โดยให้ผู้เรียนได้ ตระหนักถึงประโยชน์ที่สำคัญของแบบจำลองทฤษฎี 3 ประการ คือ

1. ช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับกฎ และข้อสรุป ทั้งหลายที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่อง เกี่ยวกันอย่างแน่นอนและมีเหตุผล
2. ช่วยในการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้และข้อสรุปต่าง ๆ ในเรื่องนั้น ๆ
3. ช่วยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา โดยแนะสมมติฐานปัญหาและแนวการ ทดลองใหม่ได้ ซึ่งจะเป็นช่องทางในการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

2.4.2 สร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุป กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นกระบวนการขั้นแรกของการตั้งทฤษฎี มีลักษณะคล้ายกับการสร้างข้อสรุปต่างกันว่าขั้นนี้มีความซับซ้อนมาก

2.4.3 ระบุถึงปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี ถ้าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม ผู้เรียนจะใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ และถ้าพบว่า ผลการสังเกตสอดคล้องกับแบบจำลองทฤษฎีที่ตั้งไว้ แบบจำลองทฤษฎีก็ยังช่วยอธิบายได้มากขึ้นและถ้าผู้เรียนสามารถระบุปรากฏการณ์หลายอย่างที่เป็นไปตามแบบจำลองทฤษฎีก็จะยิ่งทำให้แบบจำลองทฤษฎีน่าเชื่อถือมากขึ้น

2.4.4 การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี เพื่อที่จะสังเกตและตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี ขั้นตอนการสร้างทฤษฎีขั้นนี้ ต้องอาศัยการสร้างสมมติฐานขึ้นมา โดยอาศัยแบบจำลองทฤษฎีเป็นแนวทาง ต่อจากนั้นจึงออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น กระบวนการขั้นนี้คือการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ผลการค้นคว้านอกจากเป็น การทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานแล้ว ยังเป็นการตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎีซึ่ง เป็นที่มาของสมมติฐานนั้น ๆ ด้วย

2.4.5 การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบ แบบจำลองทฤษฎี ในการนี้ผู้เรียนจะต้องหาทางวิเคราะห์ถึง ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่พบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ได้กับแบบจำลองทฤษฎี อันเป็นที่มาของสมมติฐานนั้น ๆ ด้วย เมื่อได้ผลวิเคราะห์แล้วผู้เรียนต้องพิจารณาตัดสินว่า แบบจำลองทฤษฎีนั้นเหมาะสมเพียงใด

2.4.6 ปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี กระบวนการคิดที่ใช้ในขั้นนี้ไม่แตกต่างจากการสร้างแบบจำลองทฤษฎีขึ้น มีเพิ่มเติมก็ตรงที่ในการปรับปรุงนั้นต้องอาศัยประสบการณ์และแนวคิดใหม่ ๆ ของผู้เรียนในระหว่างการคิดค้นสร้างทฤษฎี แบบจำลองทฤษฎีที่สร้างขึ้น จะเป็นที่ยอมรับได้ก็ต่อเมื่อ ช่วยแสดงความสัมพันธ์ ช่วยในการอธิบาย และช่วยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

3. ให้มีความสามารถนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในชีวิตประจำวัน และชีวิตในโรงเรียน ผู้เรียนจะต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อให้ชีวิตมีความสุข ในการนี้ผู้เรียนอาจใช้ความรู้ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เคยเรียนมาแก้ปัญหาต่าง ๆ และปัญหานั้นต้องเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน จึงจะเรียกได้ว่าเป็นผู้มีความสามารถนำความรู้ไปใช้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้ว การกระทำแบบนี้เป็นเพียงความจำไม่ใช่การนำไปใช้ นักเรียนควรฝึกการแก้ปัญหา 3 ประเภท ดังนี้

3.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือทักษะ ที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การตอบคำถามว่า "ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตช์" ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า หรือคำถามว่า "ถ้าลูกเป็ลือกของลำต้นออกแล้วต้นไม้จะตายหรือไม่" ปัญหานี้เกี่ยวกับชีววิทยา เป็นต้น

3.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียว แต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า "ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร" ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์และเคมี เป็นต้น

3.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายความว่าเรื่องเทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ได้แก่ "หาอย่างไรงี้จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้" "ถ้ารถบรรทุกขนาด 10 คัน แล่นข้ามไปจะทำให้สะพานนี้พังหรือไม่" เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถนำทั้งความรู้และวิธีการต่าง ๆ ไปใช้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด โดยเฉพาะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้อาจจะนำไปใช้ได้เกือบทุกเรื่อง

4. ให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับทดลอง

วัตถุประสงค์ในข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

4.1 พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป คือ ต้องการให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้มรทค อย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว

4.2 ปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไป ใ้ได้อย่างประณีตและปลอดภัย ในการดำเนินการทดลองนั้น นอกจากผู้เรียนจะท้เป็นล้คำับขั้นตอนแล้ว ยังต้องมีความละเอียดถี่ถ้วนและรอบคอบ อีกทั้งมีความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อตัวเอง และไม่ให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย

5. ให้มีเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ ต้องการให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการเกี่ยวกับ เจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์ โดยต้องการให้นักเรียนได้แสดงออกถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจสังเกตได้จากการกระทำที่แสดงออกในเชิงสนับสนุน โดยการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าที ที่บอกให้ทราบว่า ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการยอมรับว่า นักวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่าง ๆ

5.2 ยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิถีทางของความคิดแนวหนึ่ง คือ ยอมรับว่ากระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิถีทางแห่งความคิดโดยแสดงออกในเรื่องของการกระทำ เช่น การสร้างข้อสรุปเพียงเท่านั้น ก็เรียกว่าผู้เรียนสามารถกระทำอย่างนักวิทยาศาสตร์แล้ว

5.3 ยอมรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์เข้าไปในขณะที่ผู้เรียนกำลังค้นคว้าตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรมีลักษณะ คล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่กำลังทำงานของเขาอยู่ ลักษณะนี้ได้แก่ เป็นผู้มีความอดทน ชี้อตรง ใจกว้าง มีความกระตือรือร้นในการทำงาน เป็นต้น ซึ่งลักษณะเหล่านี้เรียกว่า เป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.4 มีความสนใจใฝ่ปรสภารณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยความสนุกเพลิดเพลิน อยากร่วมกิจกรรมต่าง ๆ โดยแสดงความรู้สึ

ออกมาให้สังเกตได้ ย่อมแสดงว่า ผู้เรียนมีความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

5.5 มีความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแสดงออกได้ 2 กรณี คือ กรณีแรก ผู้เรียนมีความสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น การอาสาสมัครเข้าทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ กรณีที่สอง คือ ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์โดยตรง รวมทั้งอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม

5.6 มีการพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้เรียนได้แสดงความสนใจในการเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยเน้นผลเนื่องมาจากการเรียนกันนับได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สิ่งที่มีคุณค่าแก่ผู้เรียนแล้ว

6. ให้มีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีจิตใจ "เป็นนักวิทยาศาสตร์" และยังชักนำให้มีความสนใจ ในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม กล่าวโดยสรุปคือ ต้องการให้ผู้เรียนมีโลกทัศน์ที่กว้างขวาง และสามารถปรับตัวได้ดี

วัตถุประสงค์ข้อนี้ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงออกในเรื่องต่อไปนี้

6.1 การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางวิทยาศาสตร์ ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น คำว่า การสังเกต การแปลความหมาย กฎทฤษฎี เหล่านี้เป็นคำที่ใช้กันในวงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องทราบอย่างลึกซึ้งถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของคำเหล่านี้เป็นอย่างดี

6.2 การยอมรับขีดจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป คือผู้เรียนควรจะต้องทราบถึงความสัมพันธ์ของแนวคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เขาได้รับฝึกฝนมากับแนวคิดแบบอื่น ๆ

6.3 การตระหนักถึงวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์ ว่าแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ทุกเรื่องมีประวัติความเป็นมา โดยยอมรับว่าพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เป็นผลิตผลของประวัติความเป็นมาตัวเอง

6.4 การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยีและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ อิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมมนุษย์ จะเห็นได้ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันของเรา เช่น มีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์ ตู้เย็น ตลอดจนพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นผลเนื่องจากการประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

6.5 การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจรรยาซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ กับวัฒนธรรมของมนุษย์ที่วิทยาศาสตร์มีส่วนเกื้อกูล ผู้เรียนควรจะยอมรับว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อคุณค่าของมนุษย์ และในทางกลับกัน สังคมก็มีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วย

จากวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง จึงต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมาย การเรียนรู้และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่จะวัดระดับพฤติกรรมต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนกันอีกด้วย ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ คือ (เอกสารการประเมินผลของ สสวท. 2526 : 1 - 5)

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การนำไปใช้

ระดับพฤติกรรมทั้ง 4 ด้านนี้ ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (Guilford. 1956 : 128) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดลออ คือความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิด มีอยู่ 4 ชนิด คือ

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

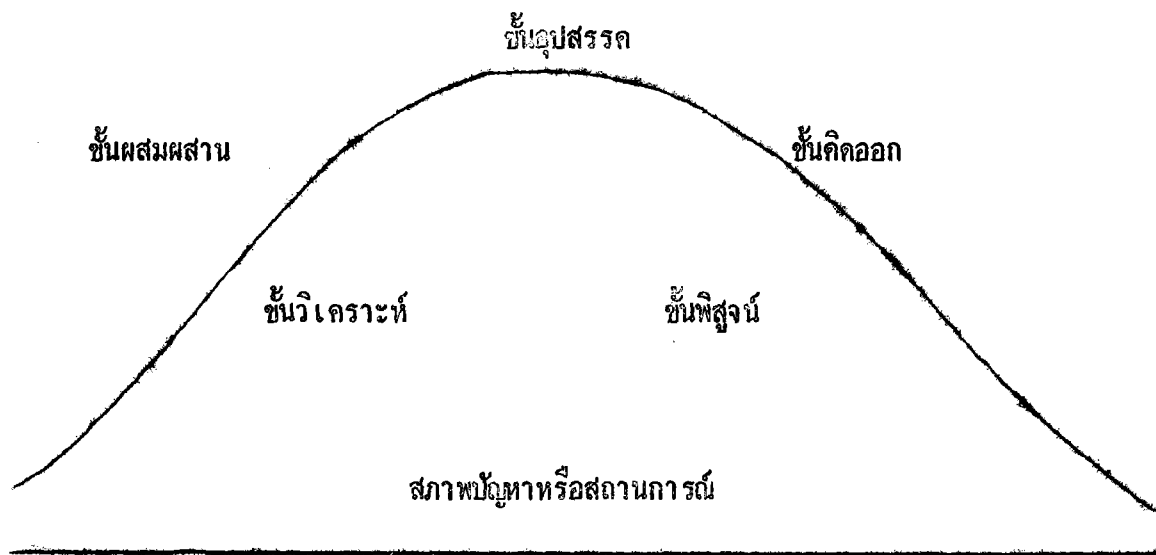
ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึ่วต่อปัญหา หรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้ว รวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูล สกัดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่ หรือความคิดใหม่ ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการของการคิด มี 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานี้
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น
4. กระบวนการที่ได้ผลลัพธ์ออกมา

คิวิตโต (Divitto. 1971 : 208) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือ ขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาความคิดที่จะแก้ปัญหาก็จะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งจะต้องอาศัยความตั้งใจและความเข้าใจในปัญหา
3. ขั้นการพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางอย่างในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ทันทีทันใดหลังจากที่ได้พบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ
5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออก เพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อยืนยันความคิดดังกล่าว

ความคิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนเป็นลำดับขั้นตอนดังกล่าว แต่เป็นการคาดคะเนจากเหตุการณ์ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยภาพประกอบดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6 รูปแบบของขั้นตอนความคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์ อาจเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในหกขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่ 2521 : 16)

- ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ขั้นต้น
- ขั้นที่ 2 ขั้นมีผลผลิตออกมา
- ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์
- ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดเป็นนามธรรม

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาและกระบวนการ หากนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นผู้ที่มีกระบวนการคิดเพื่อแสวงหาความรู้ ดังนั้น ในการคิดสร้างสรรค์ จึงต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นพบความรู้ใหม่ ซึ่ง อนันต์ จันทรกีวี่ (อนันต์ จันทรกีวี่ 2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะอันนี้ได้จาก การสังเกตพฤติกรรมตรวจรายงานหรือโครงการงานวิทยาศาสตร์ และหรือคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ส่วน ทศนีย์ บุญเติม (ทศนีย์ บุญเติม 2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 11) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด และการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรม และหรือ รูปธรรม โดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวของกิลฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

เตอร์ ซีคโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่าครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิดและความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ โดยมองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาระดับสูง ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนและจากสถานการณ์ดังกล่าว จึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ด้านนักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยวิธีระดมพลังสมอง (Brainstorming) การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

วอสตัน (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2527 : 27 อ้างอิงมาจาก Waston. 1967 : 220) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสได้กระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ซักถาม ทั้งในระหว่างและหลังจากการบรรยาย การอภิปราย และการปฏิบัติการ

2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป

3. ได้เสนอความคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่าเรื่องนั้น ๆ จะเป็นที่ยอมรับแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกเป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง

5. ได้มีอิสระในการสร้างผลงานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้

6. ให้การยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถ ในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 30 - 34) ได้กล่าวถึงวิธี การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่ว ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วเพื่อเป็นสื่อไปสู่การฝึกที่จะ คิดแก้ปัญหาหรือเพื่อก่อให้เกิดความสนใจใคร่ที่จะเสาะแสวงหาความรู้ต่อไป

ลักษณะของสถานการณ์ยั่วอาจจะประกอบด้วย ข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริงอุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี การแสดงบทบาท ฯลฯ

2. การจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรม แบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดนั้น ๆ จะถูกต้องใช้ได้หรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองนี้จะ เป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายแนวทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด และ เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process)

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการปฏิบัติจริงที่ให้เกิดคิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ บอกอุปกรณ์ให้ แล้วนักเรียนนำไปวางแผนทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้า หาความรู้เสริมเพิ่มเติมหรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วนักเรียนนำไปพิจารณา เลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำโดยใช้กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เช่น การให้นักเรียนสังเกตการงอกของเมล็ด ให้สรุปข้อคิดจากการบันทึกผลการเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายากเพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่ควรคำนึงถึงความสำเร็จนี้ ถือว่าเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและ กระตือรือร้นใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. การจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วม นั้น นอกจากจะให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ตามแนวทางของแบบระดมพลังสมอง ซึ่ง กล่าวไว้ในข้อ 2 แล้วนั้น ครูควรจัดกิจกรรมแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นรายบุคคล บ้าง เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริม ความเจริญงอกงามทางสติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพ รายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

1. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดค้นด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถ ในการคิดเป็นรายบุคคล
2. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ด้านความรู้ลึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ ต้องการความรู้ลึกขึ้นชม ฯลฯ ต่อผลงานของตนเอง
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าแสดง ออก มีนิสัยช่างคิด ช่างเสนอแนะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ

จากทฤษฎีการค้นคว้าของ นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ดังกล่าว จะเห็นว่าความคิด สร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ต่างกันตรงที่ ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางของความคิด และการกระทำของบุคคลใน การเรียนรู้ การแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่มีอยู่แล้วในแต่ละบุคคล เพียงแต่ครูผู้สอนจะมีวิธีการจัดกิจกรรม อย่างไร ที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปขั้นตอนในการเกิดความคิด สร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ขั้นรู้สึกว่าจะเกิดความยุ่งยากหรือเกิดปัญหา
2. ขั้นของการคาดคะเนคำตอบหรือการตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นของการหาวิธีตรวจสอบสมมติฐาน หรือการออกแบบการทดลอง

กิลฟอร์ด ได้สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิดและความคิดละเอียดลออ สำหรับด้านความคิดละเอียดลออนั้น อาร์ รังสินธ์ (อาร์ รังสินธ์ 2527 : 34) ได้กล่าวถึงพัฒนาของความคิดละเอียดลออไว้ว่า

1. พัฒนาการของความละเอียดลออ จะขึ้นอยู่กับอายุ กล่าวคือ เด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถทางด้านนี้มากกว่าเด็กอายุน้อย

2. เด็กหญิงจะมีความสามารถมากกว่าเด็กผู้ชายในด้านความละเอียดลออ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมิได้ศึกษาถึง เพศ และระดับอายุ เป็นตัวแปร อีกทั้งการจัดสภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียน มิได้แยกเพศและระดับอายุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพียง 3 ด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทัศนีย์ พฤษชลธาร มาใช้ในการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลเพื่อดูว่าวิธีสอนแบบต่าง ๆ วิธีใดได้ผลดีกว่ากัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นับว่าเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอน อย่างกว้างขวาง (Browell. 1948 : 170) ผู้วิจัยจึงรวบรวมผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

คอลลินส์ (Collins. 1969 : 614) ศึกษาแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Model of Teaching) กับนักเรียนไฮสกูลปี 1 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ I.Q. และเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปราย เป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะหาความรู้

เหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองช่วยกระตุ้นให้คิดแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเข้มงวด ตลอดจนพัฒนาการด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดภาพยนตร์ ตั้งปัญหาและข้อความที่เกี่ยวกับการคิดได้ ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาปัญหา ค้นคว้าเอาเองเมื่อจบการอภิปรายครั้งที่ 4 ทั้งสองกลุ่มทดลองด้วยข้อปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัลเลนเดอร์ (Allender. 1969 : 399 - 409) ได้ทำการศึกษาว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อทักษะการคิดสืบเสาะหาความรู้หรือไม่ โดยทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 54 คน เป็นชาย 25 คน หญิง 29 คน จัดให้นักเรียนอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน คือ Open Environment และ Structure Environment โดยใช้การสุ่มตัวอย่าง นักเรียนทุกคนอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน แล้วให้นักเรียนหาประสบการณ์ โดยใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จัดให้ เช่น เครื่องขยายเสียง ข่าวสาร จดหมาย หนังสือพิมพ์ และรายงานต่าง ๆ แล้วให้คะแนนโดยดูจากจำนวนคำถามที่นักเรียนแต่ละคนตั้งขึ้น ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนที่มาจากสิ่งแวดล้อมประเภท Open Environment และ Structure Environment ถามคำถามได้มากกว่านักเรียนที่มาจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยั้งส์ (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอน วิธีสอน สำหรับพัฒนาความคิดด้านสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Development Program) โปรแกรมนี้สอนนักเรียนให้รู้จักการเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขัดแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ ได้จัดคู่ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน โดยสอบก่อนและหลังการเรียนจากการวิเคราะห์แบบ Analysis of Covariance พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ยังส์ และ โจนส์ (Youngs and Jones. 1970 : 41) ได้ทดสอบผลการใช้อุปกรณ์การสอนในการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนเกรด 7 ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ซึ่งมี I.Q. เท่า ๆ กัน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ในแต่ละสัปดาห์จัดท้าวสัปดาห์ 2 ครั้ง ครั้งละ 40 นาที กลุ่มควบคุมไม่ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ในทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 6 เดือน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลอง ถามคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และครูที่สอนกลุ่มทดลองก็ตอบปัญหานักเรียนได้ดีกว่าครูของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โคเลบาส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอน (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided Inquiry) การสอนแบบปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ทั่วไป โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เควิส (Davis. 1978 : 211-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้สามแบบในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 จำนวน 132 คน ในมลรัฐคาโรไลนาเหนือ แต่ละระดับแบ่งออกเป็นระดับละ 3 กลุ่ม แล้วเลือก

วิธีสอน 3 แบบคือ แบบบรรยายและอภิปราย (Lecture Discussion Method) แบบทดลองแบบอุปมาน (Inductive Laboratory Method) และแบบทดลองเพื่อตรวจสอบ (Verification Laboratory Method) สำหรับสอนในแต่ละกลุ่ม ทั้งในระดับเกรด 5 และ เกรด 6 โดยวิธีสุ่ม ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (Guided-Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา (Expository-Test Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คนได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กอตศักดิ์ ศรีน้อย (กอตศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2526 จำนวน 105 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง

และแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพลังราษฎร์พิทยาสรณ์ อำเภอกำแพงอิ จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2526 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง และแบบกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูมิ" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน มีทั้งงานวิจัยที่พบว่า ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และจากงานวิจัยดังกล่าวยังมิได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่แตกต่างกันในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะนำไปสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดกิจกรรมในขั้นเตรียมก่อนการทดลองโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาและการหาทางแก้ปัญหาทั้งโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับความคิดสร้างสรรค์

คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 686 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ (Authoritarian Approach) กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จาก

การศึกษา ได้พบข้อสังเกตว่า วิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมการเรียนการสอนมีโครงสร้างตามตำรา (Cookbook Approach) มีคำตอบตายตัว ง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าเป็นครูที่มีวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะไม่มีการควบคุมกิจกรรมตายตัวนัก จะละทิ้งการบรรยายตามแบบแผน (Formal Lecture) แต่ครูจะทำหน้าที่เสมือนผู้ดำเนินรายการ หรือผู้จูงมือที่ข้อมูลบนกระดานเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิจัย ครูผู้สร้างบรรยากาศแบบสืบเสาะหาความรู้ จะสังเกตเห็นความเจริญงอกงามของความคิดหย่อนในการคิด ความคิดสร้างสรรค์และความอยากรู้อยากเห็นปรากฏขึ้นในตัวนักเรียน

คลาร์ก (Belanger. 1969 : 377 - 396 citing Clark. 1968) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 8 โดยใช้การฝึกการศึกษาสืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์กับโปรแกรมการสอนแบบเดิม ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ และแบบทดสอบในเนื้อหาวิชา ปรากฏว่ากลุ่มที่สอนตามโปรแกรมการสอนแบบเดิม แสดงผลที่เหนือกว่ากลุ่มที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาและความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์

บิลล์ (Bills. 1976 : 417-421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน และกลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน หญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง กลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large - Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ และ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสำเร็จของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดเอกลักษณ์ (Originality) สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูง ทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

พินิกซ์ (Penick. 1976 : 307 - 324) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบ คือการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Students Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TLSL) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TLSL ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal Creativity) ส่วนความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องรูปภาพ (Figural Creativity) พบว่ากลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TLSL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอตต์ลี ศรีน้อย (กอตต์ลี ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ ซึ่งอาศัยองค์ประกอบหลายประการ อันได้แก่สภาพแวดล้อมของนักเรียน สภาพการเรียนการสอนของตัวนักเรียน ตัวครู โดยเฉพาะนักเรียนนั้นต้องเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความมั่นใจ ช่างซัก ช่างถาม ต้องการความเป็นอิสระ มีความรับผิดชอบในตัวเอง บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนจึงควรเป็นผู้จัดเตรียมสถานการณ์ที่ยั่วยู่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุมด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำให้คำปรึกษา และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
4. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกัน
7. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

8. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

9. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 420 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 80 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลองจำนวน 40 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
2. กลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การจัดห้องเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดนักเรียนแต่ละห้องมีลักษณะคล้ายกัน ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มห้องเรียน 2 ห้อง จากห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 2 นำรายชื่อนักเรียนที่สุ่มได้ทั้ง 2 ห้อง มาละกัน สุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 3 สุ่มโดยวิธีจับฉลาก เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 216)

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X คือ การจัดการกระทำ
- T₁ คือ การสอบก่อนที่จะจัดการทำการทดลอง
- T₂ คือ การสอบหลังจากที่จัดการทำการทดลอง
- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C คือ กลุ่มควบคุม
- E คือ กลุ่มทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาเรื่อง "ภาวะแวดล้อม" ในหนังสือแบบเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง "ภาวะแวดล้อม"
แผนการสอนที่ใช้มี 2 แบบ คือ

- 1.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
- 1.2 แผนการสอนที่ใช้การอภิปรายปัญหาตามหนังสือคู่มือครู สสวท.
2. แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและการทดลองใช้เครื่องมือ

1. การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา ผู้วิจัยกำหนดแนวทางในการสร้าง
ดังนี้

1.1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของ
เนื้อหาวิชาจากหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

1.1.2 สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของ
กิจกรรมและการใช้ภาษา เพื่อปรับปรุงแผนการสอน

1.1.3 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 ของ โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกงค้อม จังหวัดสระบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง
จำนวน 40 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมของกิจกรรม การสื่อความหมาย
ระยะเวลาที่ใช้

1.1.4 ปรับปรุงแผนการสอนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผลการทดลอง
ใช้แผนการสอน เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1.2 การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้การอภิปรายปัญหาตามหนังสือคู่มือครู สสวท. ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามคำแนะนำในหนังสือคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. การสร้างแบบฝึกการมองเห็นปัญหา คำเนิการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการสร้างแบบฝึกของ วรรณถ พ่วงสุวรรณ (วรรณถ พ่วงสุวรรณ 2518 : 34 - 37) เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึก

2.2 ศึกษาแนวการจัดกิจกรรม เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาจาก กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ คลอฟเฟอร์ (พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์ 2526 : 213 อ้างอิงมาจาก Klopfer)

2.3 ศึกษารายละเอียดของ เนื้อหาที่จะทดลองสอนจากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ สสวท.

2.4 สร้างแบบฝึกการมองเห็นปัญหา โดยมีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

2.4.1 สถานการณ์ที่ประกอบด้วย รูปภาพ หรือภาพไม่สมบูรณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียน

2.4.2 คำถาม ซึ่งมีแนวคำถามดังต่อไปนี้

1. บอกสิ่งที่สงสัยโดยเขียนในลักษณะ ข้อความที่เป็นคำถามจากการสังเกต และรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. บอกตัวแปร หรือองค์ประกอบ หรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา

3. ปรับปรุงปัญหาที่ตั้งขึ้นให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง

4. ตั้งสมมติฐาน

5. ออกแบบการทดลอง

2.4.3 คำแนะนำก่อนทดลอง เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับแนวคำตอบของนักเรียน และแนะนำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกาทดลอง

2.5 นำแบบฝึกการมองเห็นปัญหาที่สร้างขึ้นไปให้ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และความเป็นไปได้ของการทำกิจกรรม

2.6 นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของข้อความที่ใช้ กิจกรรม ที่จัดให้แก่ นักเรียน และเวลาที่ใช้

2.6.2 ทดลองกลุ่มเล็ก นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 10 คน โดยไม่ซ้ำกับคนเดิม เพื่อหาข้อบกพร่อง

2.6.3 ทดลองภาคสนาม นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียน ประมาณ 40 คน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากหนังสือเทคนิคการ วัดผล และหนังสือการเขียนข้อสอบของ ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2522 : 119 - 132) หนังสือข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ ของ คลอฟเฟอร์ ซึ่งแปลโดย พิศาล สร้อยธุระ (Klopfer แปลโดย พิศาล สร้อยธุระ 2525 : 1 - 165)

3.2 ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้จากคู่มือครูและแผนการสอน

3.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน เรื่องภาวะแวดล้อม โดยครู ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ท่าน ซึ่งกำหนดพฤติกรรมที่จะวัดเป็น 4 ด้าน ดังนี้

3.3.1 ความรู้ความจำ

3.3.2 ความเข้าใจ

3.3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3.4 การนำไปใช้

3.4 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเหมาะสมของภาษา

3.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529

3.7 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ มาวิเคราะห์ดังนี้

3.7.1 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 3 - 52)

3.7.2 เลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไว้ประมาณ 50 ข้อ

3.7.3 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของ กูเตอร์ ริชาร์ดสัน ใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.59

ตาราง 2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ พฤติกรรม เพื่อใช้ออกข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม. 3
เรื่อง ภาวะแวดล้อม

วัตถุประสงค์	พฤติกรรม				
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	การนำ ไปใช้	รวม
1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้ น้ำเสีย บีโอดี และดีโอ					
2. สรุปได้ว่า ถ้าในน้ำมีสิ่งปนเปื้อน มาก ๆ จะมีผลทำให้ปริมาณ ของก๊าซออกซิเจนในน้ำ เปลี่ยนแปลง					
3.					
รวม					60

4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร (ทศนีย์ พฤษชลธาร 2518 : 85 - 89) ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 3 ข้อ แต่ละข้อมีค่าอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 มีค่าความเชื่อมั่น .784 และเป็นแบบทดสอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่าน ใน 12 ท่าน เห็นว่าแบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาทำข้อละ 15 นาที รวม 45 นาที

การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด

1. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความดีเกิน 5 ขึ้นไป ให้คะแนน 0 คะแนน

คำตอบที่มีความดีเป็น 5 ให้คะแนน 1 คะแนน

คำตอบที่มีความดีเป็น 4 ให้คะแนน 2 คะแนน

คำตอบที่มีความดีเป็น 3 ให้คะแนน 3 คะแนน

คำตอบที่มีความดีเป็น 2 ให้คะแนน 2 คะแนน

คำตอบที่มีความดีเป็น 1 ให้คะแนน 1 คะแนน

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณากาการจับกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

3. การให้คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อของนักเรียนหาได้จาก ผลรวมของคะแนนความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิดทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ

นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ หัตถ์นิษฐ์ พุกกะพลธาร ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดสระบุรี จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2528 : 172) มีความเชื่อมั่น 0.82

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดสอบเป็นห้องเรียน

2. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ ใช้เวลากลุ่มละ 18 คาบ ทำการสอบสัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที

2.1 กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

2.2 กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนตามหนังสือคู่มือครู

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม

4. ตรวจผลการทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 59)

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 63)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใช้สูตร Hoyt's ANOVA Procedure (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 172)

2.2 หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ของ จง เทห์ ฟาน (Fan. 1954 : 1 - 32)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับ ใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 168)

3. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1, 5 และ 6 เพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

4. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 2, 3, 7 และ 8 เพื่อหาพัฒนาการทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent group (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ 2528 : 87)

5. ตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 4 , 9 เพื่อหาความแตกต่างของพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ t-test แบบ Independent group แบบ Difference Score (Edward. 1957 : 256)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
$\bar{X}_D$	แทน	คะแนนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง
s_D^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่าง การทดสอบก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เสนอผลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
2. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

3. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

7. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

8. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

9. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามกลุ่มมือครู

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	31.68	22.02	0.98
กลุ่มควบคุม	40	30.62	24.65	

จากตาราง 3 พบว่า ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้
แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ไม่แตกต่างกัน

2. ศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S^2_D	t
กลุ่มทดลอง	40	24.10	31.68	7.58	26.25	9.35**
กลุ่มควบคุม	40	24.05	30.62	6.63	18.70	9.69**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง

3. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	40	24.10	31.68	7.58	26.25	0.15
กลุ่มควบคุม	40	24.05	30.62	6.63	18.70	

จากตาราง 5 พบว่าค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียน และหลังการเรียน ไม่แตกต่างกัน

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 6 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	78.9	796.55	1.40
กลุ่มควบคุม	40	74.5	401.38	

จากตาราง 6 พบว่า ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ของกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	34.28	277.38	0.73
กลุ่มควบคุม	40	31.78	187.20	

จากตาราง 7 พบว่า ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ไม่แตกต่างกัน

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน
ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 8 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่ม
ทดลอง กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	21.90	43.12	0.50
กลุ่มควบคุม	40	19.48	15.72	

จากตาราง 8 พบว่า ค่า t ไม่มีความสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดย
ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น ไม่แตกต่างกัน

7. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด
ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วใน
การคิดของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	40	23.33	48.64	0.81
กลุ่มควบคุม	40	21.80	96.63	

จากตาราง 9 พบว่า ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้
แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด ไม่แตกต่างกัน

8. ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 10 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง \ ค่าสถิติ	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	40	42.50	78.90	36.40	407.42	11.40**
กลุ่มควบคุม	40	40.00	74.50	34.40	206.55	15.13**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 พบว่า ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองกลุ่ม แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการดำเนินการทดลอง

9. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	40	42.50	78.90	36.40	407.42	0.22
กลุ่มควบคุม	40	40.00	74.50	34.40	206.55	

จากตาราง 11 พบว่า ค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียน และหลังการเรียน ไม่แตกต่างกัน

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู สรุปลำดับขั้น และผลการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาและการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาและการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
7. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษากันว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกัน
7. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
8. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
9. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน กลุ่มควบคุม 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากันคว่ำ

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 1.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 1.2 แผนการสอนที่ใช้การอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
2. แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ลักษณะ ข้อสอบ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น .59
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบของ ทศนีย์ พฤษชลธาร มีความเชื่อมั่น .78 และจากการนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีความเชื่อมั่น .82

วิธีดำเนินการศึกษากันคว่ำ

1. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยทดสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
2. ทดลองสอน ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 2.2 กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนที่ใช้การอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู
3. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน โดยใช้ t-test แบบ Independent Group

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Dependent Group

4. เปรียบเทียบพัฒนาการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test แบบ Independent group แบบ Difference Score

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

9. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการดำเนินการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

10. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

11. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับที่สอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน พัฒนาการของ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา ค้นคว้าสามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

จากรูปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็น ปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ปรากฏเช่นนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ กระบวนการคิด และหาแนวทางที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนที่พัฒนาผู้เรียนทั้งในด้าน ความรู้ และวิธีการแสวงหาความรู้ แม้วิธีสอนในขั้นเตรียมก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมจะมีขั้นตอนในการทำกิจกรรม และวิธีดำเนินการ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาที่ แตกต่างกันไปก็ตาม แต่เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ผ่านการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาบ้างแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 จาก การศึกษาของ ละเอียด กีรอนันต์ (ละเอียด กีรอนันต์ 2525 : 48) พบว่า นักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และในการศึกษาค้นคว้า ครั้งนี้จากการสังเกต พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมสามารถทำกิจกรรมในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ได้ใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง เช่น การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง และจากผลของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ และวิธีการแสวงหาความรู้ นั้น ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงวัดพฤติกรรมของผู้เรียน 4 ด้าน เช่นเดียวกันทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมในแต่ละด้านในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ชี้ให้ เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะคะแนนในด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมเท่ากับ 8.15 และ 7.10 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเป็นเพราะในการเรียนการสอนทุกครั้ง นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกและทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การมองเห็นปัญหา เป็นรายบุคคลด้วย ตนเองทุกครั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงมีแนวโน้มที่จะสูงกว่ากลุ่มควบคุมแม้จะไม่แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 2 และ 3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ปรากฏเช่นนี้เป็นเพราะ นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นภายหลังกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ อีกประการหนึ่ง อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ทั้งจากการทำกิจกรรมในแบบฝึก และจากการอภิปรายปัญหา นักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบปัญหา ซึ่งคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิวิธิตุคอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิวิธิตุคอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามด้วย ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลอง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจึงสูงกว่าก่อนการทดลอง

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 4 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ปรากฏเช่นนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการสอนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้และวิธีการแสวงหาความรู้ ถึงแม้ขั้นตอนในการทำกิจกรรมและวิธีดำเนินการ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาในขั้นเตรียมก่อนการทดลองจะต่างกันก็ตาม อำนวย รุ่งรัชมี (อำนวย รุ่งรัชมี 2525 : 145) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดปัญหา หรือเกิดความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอภิปราย การซักถาม การใช้รูปภาพ สไลด์ แผนภูมิ เป็นต้น และเนื่องจากธรรมชาติของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น อยากเข้าใจ อยากคิดค้นในสิ่งต่าง ๆ เป็นแรงผลักดันภายในอยู่แล้ว อีกทั้งผู้เรียนในวัยนี้ยังมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เช่นการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดลอง

การพิสูจน์ การแปลผลข้อมูล ลงข้อสรุป และการอนุมานผลจากข้อสรุป ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้ (กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ 2526 : 138 - 143 อ้างอิงมาจาก Piaget. 1964) ดังนั้นวิธีการสอนเพื่อฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาทั้งจากการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา และการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู จึงต่างก็เป็นวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นคว้าหาคำตอบในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง และเนื่องจากผู้เรียนในวัยนี้มีความสามารถในการเรียนรู้ขั้นนามธรรม สามารถคิดอย่างมีเหตุผล ทั้งยังผ่านการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาบ้างแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงสังเกตพบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมทำกิจกรรมได้ใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง เช่น การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงทำให้พัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าจะแนบเฉลยจากการเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลองได้ผ่านการทำกิจกรรมในแบบฝึกการมองเห็นปัญหด้วยตนเองทุกครั้ง จึงมีแนวโน้มของคะแนนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 5, 6, 7 และ 8 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าขั้นตอนของกิจกรรมขั้นเตรียมก่อนการทดลองและวิธีดำเนินการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะต่างกันก็ตาม กล่าวคือ กลุ่มทดลองนักเรียนจะต้องฝึกการระบุปัญหา การหาสาเหตุของปัญหา การตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง โดยการทำกิจกรรมในแบบฝึกด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมนักเรียนได้รับการฝึกการมองเห็นปัญหาโดยการอภิปรายปัญหาตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน และคู่มือครู และอภิปรายสมมติฐาน จะเห็นได้ว่า

นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการฝึกเพื่อนำไปสู่การมองเห็นปัญหา และการหาทางแก้ปัญห โดยมิตกิจกรรมและวิธีการที่ต่างกัน ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 30) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้สถานการณ์ช่วยประกอบการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูอาจจะบรูณาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญห หรือการจัดสถานการณ์ที่ไม่ระบุปัญหา และไม่บอกวิธีแก้ปัญห การฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ตลอดจนการหาแนวทางแก้ปัญหหลายแง่หลายมุม เป็นวิธีการที่นำไปสู่การคิดแบบอเนกนัย หรือการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และจากการศึกษาของ ศิริอร ไข่งุฬพัฒน์ (ศิริอร ไข่งุฬพัฒน์ 2527 : 50) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีรูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกแบบระดมพลังสมอง และการฝึกเป็นรายบุคคล มีผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุม ทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การมองเห็นปัญหาได้ใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง เช่น การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนได้ผ่านการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจึงไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 8.15 และ 7.10 ตามลำดับ) จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา ได้ผ่านการฝึก และทำกิจกรรมด้วยตนเองทุกครั้งของกิจกรรมการเรียนการสอน จึงมีแนวโน้มให้มีคะแนนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีผลให้มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลองด้วย เพราะจากการศึกษาของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์

ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .001 จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึง
สรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ทั้งสองวิธีแม้จะไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกัน แต่การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาที่
สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 11 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็น
ปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู มีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาที่ปรากฏเช่นนี้เป็น
เพราะนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีสอนที่
เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียน
ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการ
ทดลองมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
แม้ว่ากิจกรรมในขั้นเตรียมก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะต่างกันก็ตาม แต่
เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว จึงสามารถใช้ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คอบปัญหา หรือร่วมอภิปราย นักเรียนกลุ่มควบคุมสามารถทำ
กิจกรรมได้ใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง เช่น การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง อีก
ประการหนึ่ง ลักษณะแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะประกอบด้วย การ
ระบุสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่สมมุติให้ การหาวิธีแก้ปัญหากจากสถานการณ์ที่กำหนด และการ
ออกแบบการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้ง
สมมติฐาน และการออกแบบการทดลองประกอบการตอบคำถาม เนื่องจากนักเรียนกลุ่มควบคุม
สามารถตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองได้ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นพัฒนาการของ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจึงไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำแบบฝึกการมองเห็นปัญหาไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะจากการค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหามีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และแบบฝึกยังเป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนที่ช่วยฝึกฝนผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ เป็นการจกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างอิสระ ให้ทราบข้อบกพร่องและความก้าวหน้าของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของเด็กในวันนี้ ดังนั้นครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรที่จะสนับสนุน ส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้แบบฝึก เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนให้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาซ้ำกับกลุ่มประชากรอื่น ๆ หรือกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์บทอื่น ๆ เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้

2.2 ควรมีการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา ในผู้เรียนที่ต่างระดับความสามารถทางการเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งนี้เพราะการฝึกให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ต้องอาศัยความสามารถทางสติปัญญาและความสามารถทางภาษาสูง

2.3 ควรมีการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาที่ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และเป็นรายบุคคล เพราะจากการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ

มัธยมศึกษา ในช่วงอายุ 12 - 16 ปี พบว่ายังเป็นระยะที่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อให้ผู้เรียน
รู้จักคิด (อารี รังสินันท์ 2527 : 56) การฝึกทำกิจกรรม การมองเห็นปัญหาเป็นกลุ่ม จะ
เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิ่งฟ้า สันธวงศ์ "จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526, 506 หน้า

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรินฎาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 107 หน้า อักสำเนา

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 หน้า 58 - 84

กลอฟเฟอร์, เลี้ยวโปลด์ อี. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ แปลโดย พิศาล สร้อยสุทรา กรมวิชาการ 2525, 165 หน้า

จรรยา มิลินทร์ การสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูนครปฐม 2518, 90 หน้า

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก 2527, 306 หน้า

หัตถิณี บุญเต็ม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) : 32 - 33 มกราคม 2526

หัตถิณี พงกษชลธาร การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แผนกวิชามัธยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 104 หน้า

นิตยา ฤทธิโยธี การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา 2520

น้อมฤดี จงพยุหะ คู่มือการศึกษาจิตวิทยาการศึกษา โรงพิมพ์มิตรสยาม 2516, 192 หน้า

2

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า อุดรธานี

ประสาธ อิศรปริศา จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน กราฟิกอาร์ต 2523, 195 หน้า
 ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 188 หน้า อุดรธานี

ปรีชา วงศ์ชูศิริ "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร สสวท. 11(4) : 2 - 5
 กรกฎาคม 2526

พรรณี ภวภูตานนท์ ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 150 หน้า อุดรธานี

พิชิต แสงลอย การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบ สสวท. กับการสืบสวนสอบสวน ตามขั้นสน.-ส.-อ.-ท.-ค. ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 100 หน้า อุดรธานี

พิมพ์ดี เดชะกุลย์ "วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 1 - 7 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526, 335 หน้า

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า

ยงยุทธ สายคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 80 หน้า อักสำเนา

ละเอียด กิระอนันต์ การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 110 หน้า อักสำเนา

ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัท ศึกษาพร จำกัด 2528, 314 หน้า

วรารณ ชัยโอกาส การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ 2521, 260 หน้า

วรรณ พ่วงสุวรรณ การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 201 หน้า อักสำเนา

วัลภา จิระวงศ์ การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2528, 97 หน้า อักสำเนา

ศศิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา สีนานุเคราะห์ วิธีสอนวิทยาศาสตร์สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ 2522 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 2524, 143 หน้า

ศศิธร สุทธิแพทย์ แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 252 หน้า อักสำเนา

ศิริพัฒน์ จันทรศิริ บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Investigative Method of Inquiry) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการทางบุคลิกภาพด้านมโนภาพแห่งตน ความคิดสร้างสรรค์ และแบบการรับรู้ ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 119 หน้า อักสำเนา

- ศิริอร ไขปัญหาค้นคว้า การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง
และแบบฝึกการยกยอ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2527, 101 หน้า อัคราเนนา
- ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์
 กุรุสภา 2522, 217 หน้า
- ศึกษานิเทศ, หน่วย กรมการฝึกหัดครู การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยระดับชั้น
ป.5 - ม.ศ.3 2522, 62 หน้า
- _____ . การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา โรงพิมพ์จุฬินไทย
 2524, 114 หน้า
- สุจิต เพียรชอบ และ สายใจ อินทร์พรหม วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา ไทยวัฒนาพานิช
 2522, 277 หน้า
- สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า
- สมจิต สมิตพันธ์ "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู 4(3) :
 61 - 63 ธันวาคม 2522
- สมจิต สวชนไพฑูรย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 140 หน้า
- _____ . วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 212 หน้า
- _____ . สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภาควิชา
 หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 40 หน้า
- สมสุข ชีระพิจิตร "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนและแบบค้นพบ" ใน เอกสารการ
สอนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 สุโขทัยธรรมาธิราช 2526, 506 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2521, 13 หน้า

..... เอกสารการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2524
อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์และ
ทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อัดสำเนา

..... "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ริ่ชาญาดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
วิทยาการ 7(2) : 3 - 10 พฤษภาคม - สิงหาคม 2525

อารี รังสินันท์ ความคิดสร้างสรรค์ ภาระกิจการพิมพ์ 2527, 250 หน้า

อำนวย รุ่งรัมย์ การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ มหาสารคาม 2525, 184 หน้า

อุบลรัตน์ เพ็งสดีชัย "ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์" รวมคำแหง 9(2) : 39 - 49 2526

Allender, Jeromes S. "The Teaching of Inquiry Skills Using a Learning
Center," A.V. Communication Review. 4 : 399 - 409, January, 1969.

Belanger, Maurice. "Learning Studies in Science Education," Revire
of Education Research. 4 : 377 - 396, October, 1969.

Bills, Frank Lynn. "Developing Creativity Through Inquiry," Science
Education. 3 : 417 - 421, July - September, 1976.

Browell, W.A. "Criteria of Learning in Education Research," Journal
of Educational Psychology. 39 : 170 - 182, August, 1948.

Carter, Jack L. "The Authorilarian U.S. the Inquiry Approach," School
Science and Mathematics. 8 : 686 - 688, November, 1968.

Collins, Kenneth. "The Importance of a Strong Sonfrontation in
Model of Teaching," School Science and Mathematics. 69 : 614-619
October, 1969.

Davis, Janice Orlich. "The Effects of Three Approaches to Science
Instruction on the Science Achievement, Understanding and Attitude
of Selected Fifth and Sixth Grade Student," Dissertation Abstracts
International. 39 - 211-A, July, 1978.

- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4163-A, January, 1979.
- De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction. New Jersey, Prentice-Hall, 1968. 800 p.
- Divito, Altred. Recognized and Assessing Creativity Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall,
- Edward. Allen L. Statistical Methods for the Behavioral Science. New York, Richart and Co., Inc., 1954. 542 p.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Education Testing Service, Princeton, 1952. 32 p.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistical in Psychology and Education. McGraw-Hill Book, Co., New York, 1956. 579 p.
- _____. The Nature of Human Intelligence. McGraw-Hill Book Company, 1967. 538 p.
- Guilford, J.P. and Hoepfner Ralph. The Analysis of Intelligence. McGraw-Hill Book Company, 1971. 514 p.
- Haress, J.H. "The Two Meenings of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India, Anand Press, no date, p. 93 - 94.
- Kolebas, Partieia. "The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Student Who have Participated in Science- A Process Approach Science First Entering school," Dissertation Abstracts International. 32 : 444 - A, February, 1972.
- Marx, Meloin H. Fundamental and Applications of Learning. Macmillan Publishing, Co., Inc., 1978. 540 p.
- Olarinoye, Raphel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Method of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39, February, 1974.
- Penich and John E. "Creativity in Fifth - Grade Science Student: the Effect of Two Patterns of Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314, 1976.
- Petty, Green. "Language Workbooks and Practics Materials," Developing Language Skills in the Elementary School. New York, Allyn and Bacon, 1968. 180 p.

River, Willga M. Teaching Foreign Language Skills. The University of Chicago Press, 1968. 180 p.

Torrance, Paul E. Education and The Creative Potential. Minneapolis, The Lund Press, Inc., 1963. 167 p.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. McGraw-Hill Book Company, 1971. 907 p.

Youngs, Richard C. "The Nurturance of Independence and of Independent Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development," Research in Education. 2 : 53, February, 1970.

Youngs, Richard C. and William W. Jones. "The Appropriateness of Inquiry Development Materials of Gifted Seventh Grade Children : Final Report," Research in Education. 2 : 41, February, 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

แผนที่ 1

เรื่อง น้ำเสีย (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้ น้ำเสีย บีโอดี และ ดีโอดี
2. สรุปได้ว่าถ้าในน้ำมีสิ่งปฏิกูลมาก ๆ จะมีผลทำให้ปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำเปลี่ยนแปลงไป
3. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ทั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เกี่ยวกับการหาปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำ
4. ทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และนำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา จุลินทรีย์และพืช ต่างก็ต้องการกาซออกซิเจนสำหรับการหายใจ

วิธีหาปริมาณของกาซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เราอาจหาได้โดยตรงจากการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งเรียกว่าปริมาณออกซิเจนดังกล่าวนี้ว่า ดีโอดี และอาจหาได้จากปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ ซึ่งเรียกอีกอย่างว่า บีโอดี

ถ้าน้ำมีค่า ดีโอดี น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมีค่า บีโอดี สูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง
 - 1.1 ครูแนะนำการใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 1.2 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึก
 - 1.3 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในบทเรียน
3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง
 - 3.1 ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาเขียนลงบนกระดานดำ
 - 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
 - 3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น มาอธิบายปัญหาที่ศึกษา
 - 3.4 ให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของ ดีไอ และ บีไอดี
 - 3.5 ให้นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 2

เรื่อง จุลินทรีย์ในน้ำและการทำลายจุลินทรีย์ (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของโคโลนีได้
2. บอกได้ว่าปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำใช้เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของน้ำ
3. ตรวจหาจุลินทรีย์ในน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ได้
4. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำฝน น้ำประปา และน้ำคลอง
5. ทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้และนำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา
6. ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องทำลายจุลินทรีย์ได้
7. บอกวิธีการทำลายจุลินทรีย์โดยใช้สารเคมี
8. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสารบางชนิดสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้
9. ทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และนำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อหา

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น สามารถอยู่ได้โดยทั่วไป และสำหรับจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งอาจทำให้น้ำเสียได้ ในการกำหนดว่าน้ำเสียหรือไม่นั้น บางทีก็ใช้วิธีการนับแบคทีเรียชนิดหนึ่งเป็นเกณฑ์ คือ แบคทีเรียโคลิฟอร์ม

เมื่อนำเอาแบคทีเรียมาเพาะในงานเพาะเชื้อ แบคทีเรีย 1 เซล จะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเป็นกลุ่มมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่ละกลุ่มเรียกว่า โคโลนี

การทำให้เชื้อเป็นวิธีการฆ่าเชื้อโรควิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการเพิ่มอุณหภูมิและความดัน นอกจากนั้นยังใช้สารเคมีบางชนิด เช่น ฟอर्मาลีน และอัลกอฮอล์ เป็นยาฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งสารเคมีแต่ละชนิดก็มีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคได้ต่างกัน นอกจากนั้นความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดยังมีผลต่อการทำลายเชื้อโรคด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

1.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา

1.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานคำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่และไปใช้อภิปรายปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้น

อภิปรายปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้น

4. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

4.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา

4.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง

5. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

6. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

- 6.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานดำ
- 6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
- 6.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และอธิบาย
ปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้น
- 6.4 ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการฆ่าเชื้อโรค
- 6.5 ให้นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการตอบคำถาม

แผนที่ 3

เรื่อง สารเคมีในน้ำ สาเหตุที่ทำให้น้ำเสีย (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิดของสารเคมีที่ทำให้น้ำเสียได้
2. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เพื่อบอกชนิดของสารเคมีที่ทำให้น้ำเสีย
3. ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนำไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

1. สารเคมีในน้ำ

สารเคมีในน้ำที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น กัลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟต ฯลฯ สารพวกนี้ทำให้น้ำกระด้าง ซึ่งก็ไม่ได้เป็นอันตรายเท่ากับสารเคมีที่มนุษย์ปล่อยทิ้งลงในแม่น้ำลำคลอง โดยการทิ้งขยะ สิ่งปฏิกูล และสารพิษต่าง ๆ รวมทั้งน้ำทิ้งจากโรงงาน

สารเคมีที่ทิ้งลงในแม่น้ำมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งสารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อชีวิต สัตว์น้ำ ตลอดจนผู้บริโภค และมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของชาติด้วย

ตัวการที่ทำให้น้ำเสียและเป็นพิษส่วนมาก ได้แก่ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม สารเคมีที่บูย ยากำจัดศัตรูพืช และโลหะต่าง ๆ เช่นปรอท ตะกั่ว แคดเมียม โดยเฉพาะสารพิษของปรอทเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

2. สาเหตุที่ทำให้น้ำเสีย

น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมมักจะเป็นน้ำทิ้งหลังจากการทำความสะอาด สะออะสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารละลายผงซักฟอก ถ้ามีปริมาณมากในน้ำก็จะ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย นอกจากนี้ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมยังมีค่า pH อุณหภูมิ ปริมาณ บีโอดี แตกต่างกันอย่างอีกด้วย

วิธีการหนึ่งที่จะป้องกันน้ำเสีย คือ การสร้างบ่อน้ำพักน้ำเสียให้เย็นน้ำเสียก่อนที่จะ ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

- 1.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมอง เห็นปัญหา
- 1.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

- 3.1 นำผลที่ได้จากการทดลอง ของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานดำ
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
- 3.3 นำผลการทดลองที่ตรวจสอบสมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และ

นำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้น

- 3.4 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา น้ำเสีย และมาตรฐานของน้ำทิ้ง

จากโรงงานอุตสาหกรรม

- 3.5 ให้นักเรียนตอบปัญหาตามแนวคำถามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 4

เรื่อง น้ำมันรั่วไหลจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากเรือยนต์ (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจบบทเรียนนักเรียนสามารถ

1. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเกี่ยวกับปัญหาที่ว่า การที่ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง
2. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และนำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

การปล่อยน้ำมันรั่วไหลขณะสูบน้ำขึ้นจากบ่อน้ำและในทะเล การเทน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วลงในน้ำหรือการระบายน้ำจากการทำความสะอาดโรงงานและเครื่องจักรลงในแม่น้ำ ลำคลอง การกระทำต่าง ๆ เหล่านี้ จะทำให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อม เพราะน้ำมันจะไปปกคลุมผิวหน้าของน้ำทำให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศ ไม่สามารถละลายลงในน้ำ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำตายได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง
 - 1.1 นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 1.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

3.1 นำผลที่ได้จากการทดลอง ของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.3 นำผลการทดลองที่ตรวจสอบสมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

3.4 นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2. สารที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม

2. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 5

เรื่อง สาเหตุที่ทำให้อากาศเสียและวิธีป้องกัน (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของอากาศเสียได้
2. บอกวิธีเตรียมและทดสอบคุณสมบัติของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
3. บอกลักษณะและสมบัติบางประการของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
4. ระบุปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อากาศเสีย
5. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนำความรู้ไปใช้อธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้น

เนื้อเรื่อง

อากาศเสียมีสาเหตุมาจากควันสีดำที่ปล่อยออกจากปล่องโรงงาน หรือจากท่อไอเสียของยานพาหนะต่าง ๆ และรวมถึงการเผาไหม้ของสิ่งต่าง ๆ ด้วย ซึ่งทำให้เกิดก๊าซขึ้นหลายชนิด เช่น SO_2 , NO_2 , CO_2 และ CO ซึ่งก๊าซเหล่านี้เมื่อละลายน้ำหรือถูกกับความชื้นจะมีคุณสมบัติเป็นกรด จะทำให้ระบบหายใจผิดปกติและเยื่อเย้นตาอักเสบ

ก๊าซ CO เป็นก๊าซอันตราย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกิดขึ้นจากเครื่องยนต์พวกก๊าซโซลีน ถ้าเราสูดดมเข้าไปมาก ๆ ก็จะไปเกาะกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ร่างกายก็จะขาดกาซออกซิเจนในที่สุดจะทำให้มีอากาศเวียนศีรษะ อ่อนเพลีย ตาพร่า หายใจอึดอัด คลื่นไส้ อาเจียน อาการเหล่านี้จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซที่เราหายใจเข้าไป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

1.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา

1.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานคำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำไป

อธิบายปัญหาที่ศึกษา

3.4 ให้ความรู้เกี่ยวกับกาซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และวิธีป้องกัน

3.5 ให้นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม

2. สังเกตจากการตอบคำถาม

แผนที่ 6

เรื่อง ควันบุหรี่ และจุลินทรีย์ในอากาศ (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าในควันบุหรี่ให้สารพิษหลายชนิดซึ่งทำอันตรายต่อสุขภาพ
2. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจหาสารพิษ
ในควันบุหรี่
3. ระบุปัญหา หาสาเหตุ ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจหาจุลินทรีย์
ในอากาศได้
4. ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้ และ
นำความรู้ไปใช้อธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

สารที่อยู่ในควันบุหรี่ ได้แก่ ทาร์ หรือที่เรียกว่า น้ำมันดิน และ เบนโซไพรีน สาร
ทั้งสองตัวนี้จะทำให้เกิดการบสี้เหลือง ๆ ติดอยู่ที่นิ้วมือของคนสูบบุหรี่ และนอกจากนี้ยังมีสาร
อื่น ๆ อีก เช่น นิโคติน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์

การสูบบุหรี่มาก ๆ จะทำให้เกิดเป็นโรคเกี่ยวกับปอดและกระเพาะอาหาร เช่น มะเร็ง
ในปอด หรือแผลในกระเพาะอาหาร

จุลินทรีย์มีอยู่ทุกแห่งไม่ว่าจะเป็นในดิน น้ำ อากาศ เครื่องอุปโภคบริโภคต่าง ๆ จุลินทรีย์
บางชนิดเป็นโทษต่อร่างกายแต่บางชนิดก็เป็นประโยชน์

บริเวณที่มีจุลินทรีย์ในอากาศมาก ได้แก่ ตามโรงพยาบาล แหล่งเสื่อมโทรม ห้องที่มีอากาศ
ถ่ายเทไม่ดี จำเป็นต้องพ่นยาฆ่าเชื้อโรคเสมอ แต่ก็ต้องคำนึงถึงอันตรายและความปลอดภัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. **ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง**
 - 1.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 1.2 นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
2. **ขั้นทดลอง**

นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
3. **ขั้นสรุปหลังการทดลอง**
 - 3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปบนกระดานคำ
 - 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
 - 3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำไป

อธิบายปัญหาที่ศึกษา

- 3.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนเกี่ยวกับโทษของการสูบบุหรี่
4. **ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง**
 - 4.1 นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 4.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
5. **ขั้นทดลอง**

นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
6. **ขั้นสรุปหลังการทดลอง**
 - 6.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปบนกระดานคำ
 - 6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
 - 6.3 นำผลการทดลองที่ตรวจสอบสมมติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และ

นำไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

- 6.4 ให้นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการตอบคำถาม

แผนที่ 7

เรื่อง คินเสี่ยและสาเหตุของคินเสี่ย (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของคินเสี่ยได้
2. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เพื่อหาสาเหตุของคินเสี่ยได้
3. ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนำความรู้ไปใช้อธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

คินเสี่ย หมายถึง คินที่เกิดจากการสีกกร่อนทั้งหลาย มีความเป็นกรด - เบส สูง คินที่มีปริมาณเกลือแร่มากอยู่เป็นปริมาณมาก คินที่แห้งแล้งจนไม่สามารถอุ้มน้ำได้ คินที่มีเชื้อโรคและกลิ่นเหม็นเน่า

สาเหตุที่ทำให้คินเสี่ย มาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน เช่น ยาบราบศัตรูพืช ผงซักฟอก บ่อยเคมี การตัดไม้ทำลายป่า การทำเหมืองแร่ การทิ้งขยะมูลฝอย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - 1.1 นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา
 - 1.2 นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง
2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นตอนปราชัยหลังการทดลอง

- 3.1 ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานดำ
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
- 3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสาเหตุแต่ละสาเหตุที่ทำให้
 คินเสียว่ามีอะไรบ้างและลักษณะเป็นอย่างไร รวมทั้งวิธีป้องกันด้วย
- 3.5 ให้นักเรียนตอบคำถามตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม
2. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 8

เรื่อง เสียงรบกวนและการควบคุม (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของความเข้มของเสียงได้
2. แปลความหมายจากข้อมูลได้ว่า เสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างกัน มีความเข้มของเสียงไม่เท่ากัน
3. ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และนำความรู้ไปอธิบายปัญหาที่ศึกษา

เนื้อเรื่อง

เสียงเป็นพิษก่อให้เกิดอันตรายแก่สุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดน้อยลง

พลังงานของเสียงที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรในเวลา 1 วินาที เรียกว่า ความเข้มของเสียง

ความดังของเสียงหาได้จากการใช้วิธีเปรียบเทียบว่า เสียงนั้นมีความเข้มเป็นกี่เท่าของความเข้มของเสียงที่ค่อยที่สุด ที่เราสามารถได้ยิน ค่าเปรียบเทียบที่ได้นี้เรียกว่า ระดับความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็น เดซิเบล เสียงค่อยที่สุดที่หูเราสามารถได้ยินมีระดับความเข้ม 0 เดซิเบล ส่วนเสียงที่ดังที่สุดที่หูเราสามารถทนฟังได้มีระดับความเข้ม 120 เดซิเบล

การควบคุมเสียงรบกวนอาจทำได้โดย บังคับที่แหล่งกำเนิดเสียง หรือทางที่เสียงผ่าน หรืออาจบังคับที่ผู้รับฟังก็ได้ หรือออกกฎหมายควบคุมแก่ผู้กระทำผิดเกี่ยวกับความดังของเสียง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

1.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึกการมองเห็นปัญหา

1.2 ให้นักเรียนศึกษาคำแนะนำก่อนการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน

3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง

3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และ

นำไปใช้อธิบายปัญหาที่ศึกษา

3.4 ให้นักเรียนตอบคำถาม ตามแนวคำถามในบทเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรม

2. สังเกตจากการตอบคำถาม

แผนที่ 9

เรื่อง ทบทวนและเฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้ที่ได้จากบทเรียนทั้งหมดไปตอบปัญหาท้ายบทเรียนได้
2. นำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เนื้อเรื่อง

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเรื่องภาวะแวดล้อม 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้ของแต่ละเรื่อง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาท้ายบทเรียนทั้งหมด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมอภิปราย
2. ตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียน

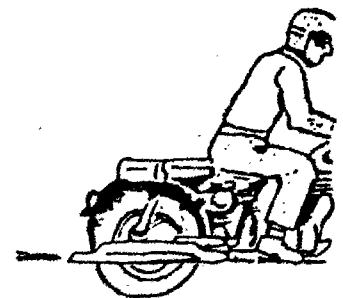
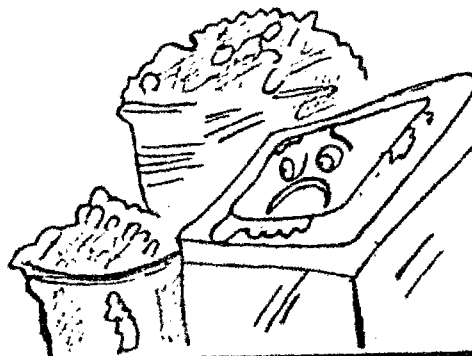
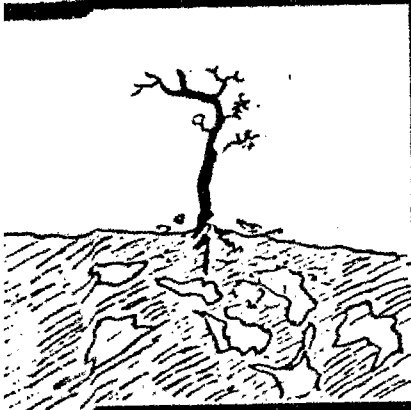
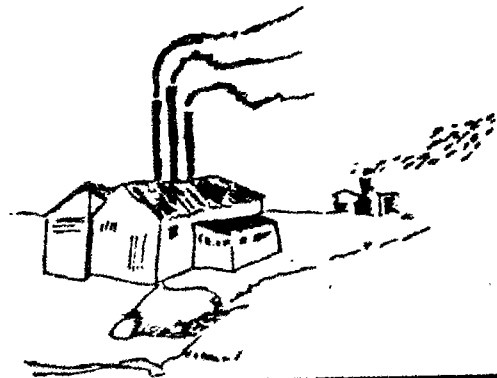
ภาคผนวก ข.

แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

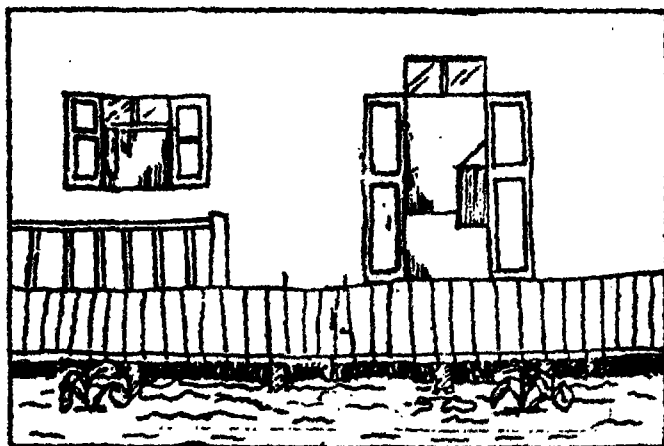
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



หน้าเสีย



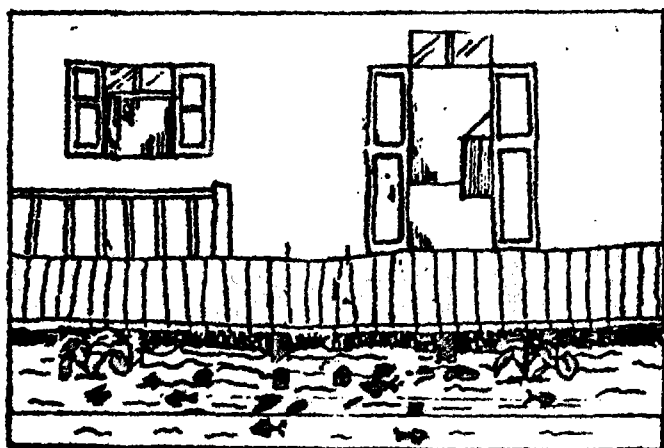
ภาพที่ 1

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำ
เพื่อการอุปโภค บริโภค

แต่ในขณะเดียวกันการ
การกระทำบางอย่างของมนุษย์



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

ก็ทำให้แหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น
แม่น้ำ ลำคลอง เปลี่ยนแปลงไป

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แหล่งน้ำในภาพที่ 1 และ 3 เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างไรบ้าง

.....

.....

จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำต้องการกาซออกซิเจน สำหรับการหายใจ จากภาพที่ 1, 2 และภาพที่ 3 นักเรียนคิดว่าปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำสะอาด และน้ำเสียน่าจะเป็นเช่นไร

.....

.....

.....

.....

.....

สารละลายเมธิลีนบลู เป็นสารที่ใช้สำหรับทดสอบปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำ ปกติจะมีสีน้ำเงินเข้ม ในการทดสอบปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำ ถ้าในน้ำมีกาซออกซิเจนผสมอยู่ สารละลายเมธิลีนบลูจะไม่เปลี่ยนสี และถ้าในน้ำมีปริมาณของกาซออกซิเจนน้อย สีของ

สารละลายเมธิลีนบลูจะจางหายไปสมมติว่านักเรียนต้องการทดสอบปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำเสีย และน้ำสะอาดจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

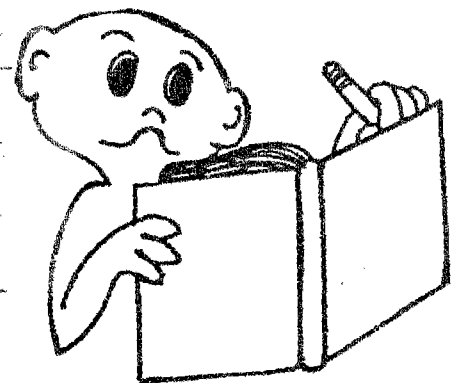
5. นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าอย่างไร

.....

ตอนนี้ นักเรียนคงจะอยากทราบว่า การค้นหาคำตอบ การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง ของนักเรียนจะถูกต้องหรือไม่ เพราะนักเรียนเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว เมื่อต้องการทราบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่ให้อ่านคำแนะนำต่อไปนี้

ภาพและข้อความในหน้า 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับน้ำเสีย สาเหตุที่ทำให้น้ำเสียในการตัดสินใจว่าน้ำจากที่ใดเป็นน้ำเสียหรือไม่ เราใช้ปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำ เป็นตัวกำหนดการทดลองต่อไปนี้จะเป็นการหาปริมาณของกาซออกซิเจนในน้ำสะอาดและน้ำเสีย นักเรียนออกแบบการทดลองสอดคล้องกับการทดลองนี้หรือไม่ ให้ศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติมได้จากการ ทดลองที่ 18.1 ในแบบเรียนของนักเรียน



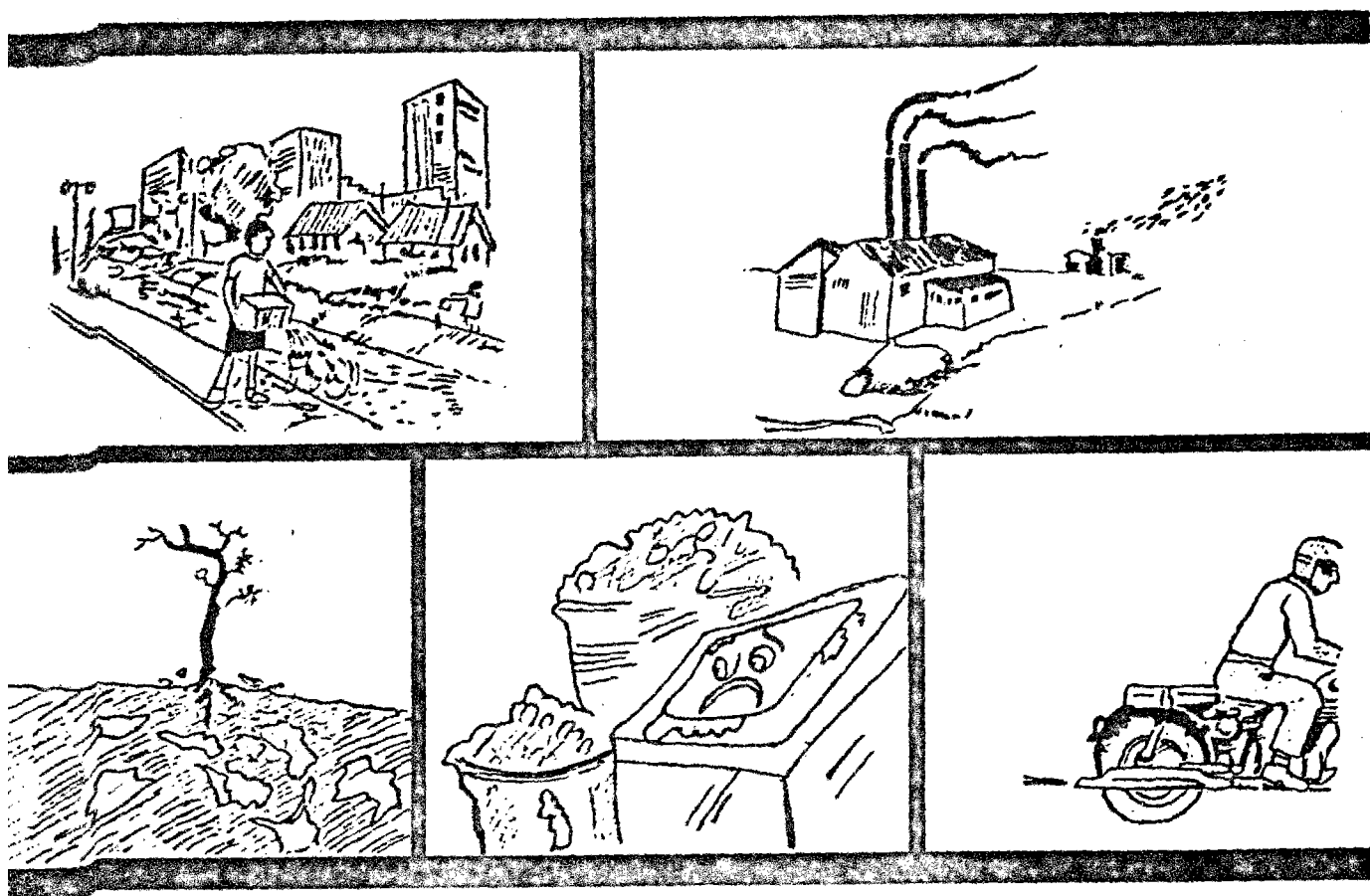


แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

ชุดที่

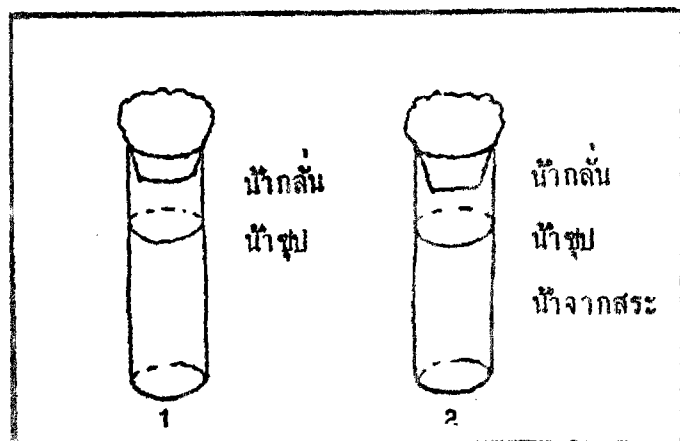
2



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



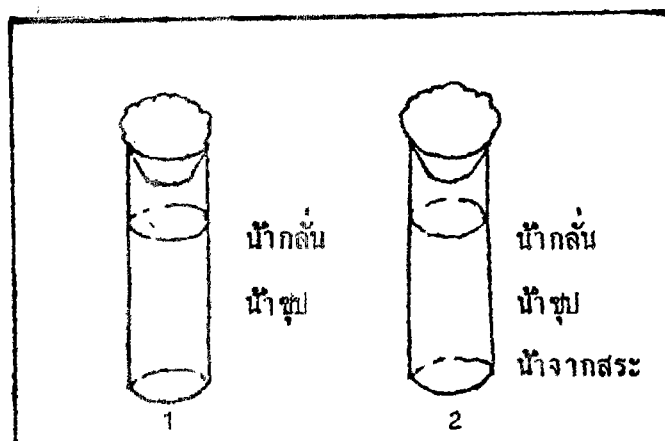
จุลินทรีย์ในน้ำ



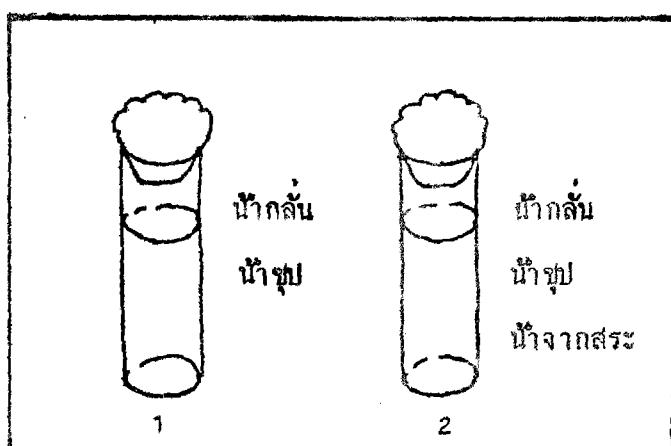
ภาพที่ 1

การทดลองหนึ่งมีลักษณะ ดังภาพ

หลังจากตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

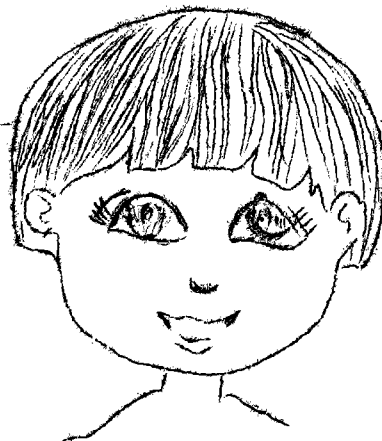
หลอดที่ 2 ชุ่น และมีกลิ่นเหม็น

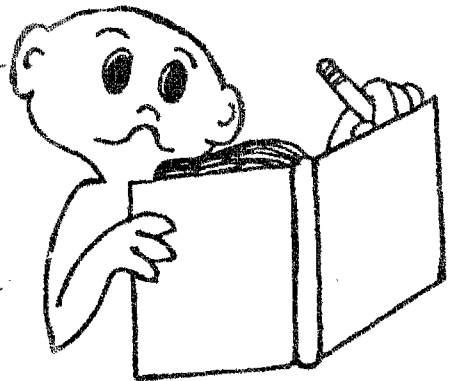
จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1. ในภาพที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)
.....
.....
.....
- 2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่
.....
.....
- 3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร
.....
.....
- 4. สมมติฐานของการทดลองนี้คือ
.....
.....
.....
- 5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจหาจุลินทรีย์ในน้ำประปา น้ำฝน น้ำคลอง และในน้ำดื่มบรรจุขวด
นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
.....
.....
.....
.....

ถึงตอนนี้นักเรียนคงอยากทราบใช่ไหมว่า การตั้งปัญหา การหาสาเหตุของปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองของนักเรียนจะถูกต้องหรือไม่ คาดว่านักเรียนคงอยากทราบคำตอบ เพราะนักเรียนเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้น ที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางอยู่แล้ว ลองอ่านคำแนะนำต่อไปนี้

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นสามารถอยู่ได้โดยทั่วไป และสำหรับจุลินทรีย์ในน้ำนั้นก็มีหลายชนิดด้วยกันซึ่งอาจทำให้น้ำเสียได้ การทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลลงในน้ำทำให้จุลินทรีย์ในน้ำเจริญเติบโตแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว เมื่อปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง จึงทำให้น้ำเสีย ในการทดลองนี้ต้องการตรวจสอบว่าน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ น้ำฝน น้ำประปา น้ำคลอง และน้ำที่มบรรจขวด จะมีปริมาณจุลินทรีย์แตกต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติมได้จากการทดลองที่ 18.2 แล้วดำเนินการทดลองต่อไป

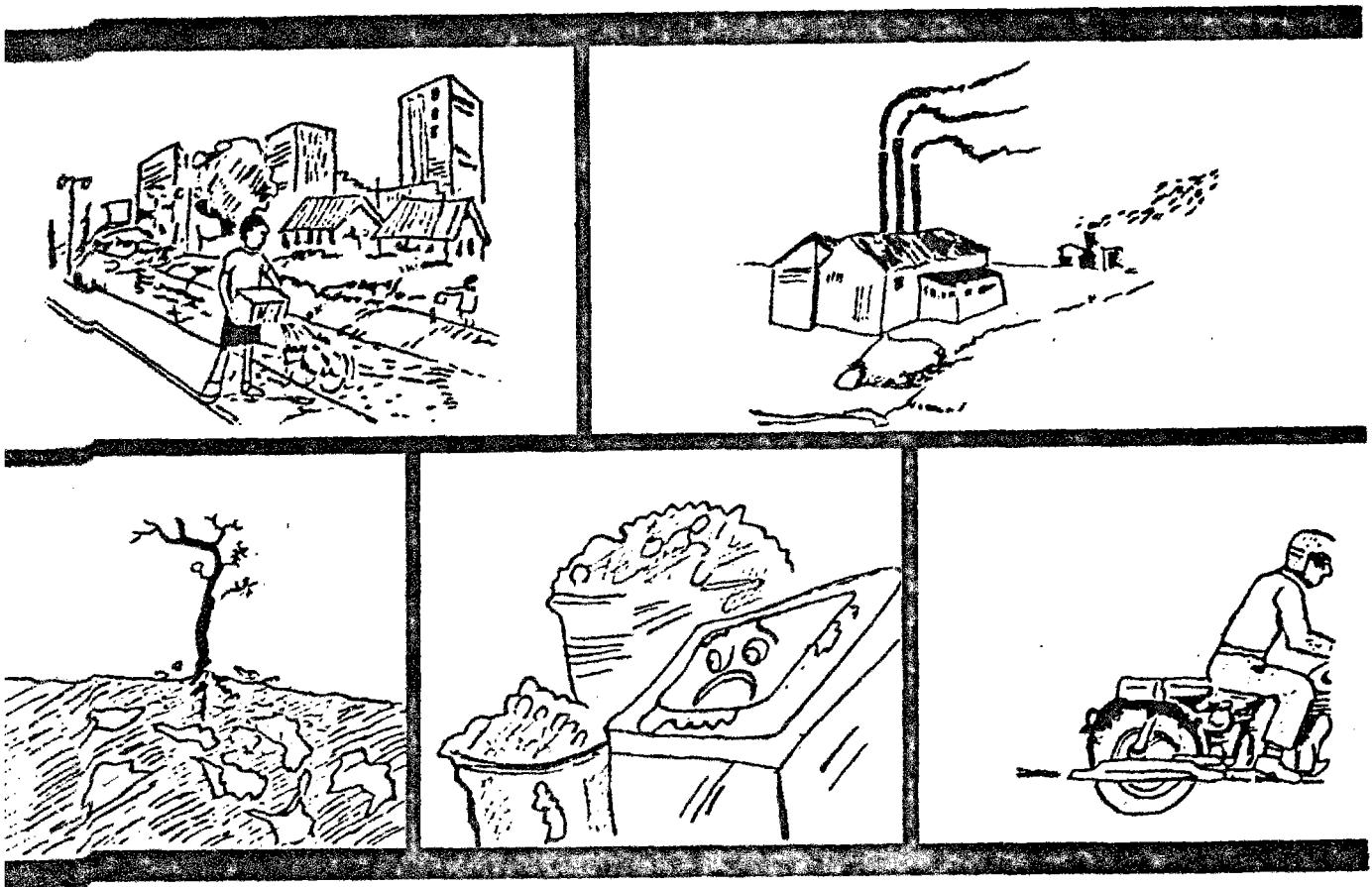




แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

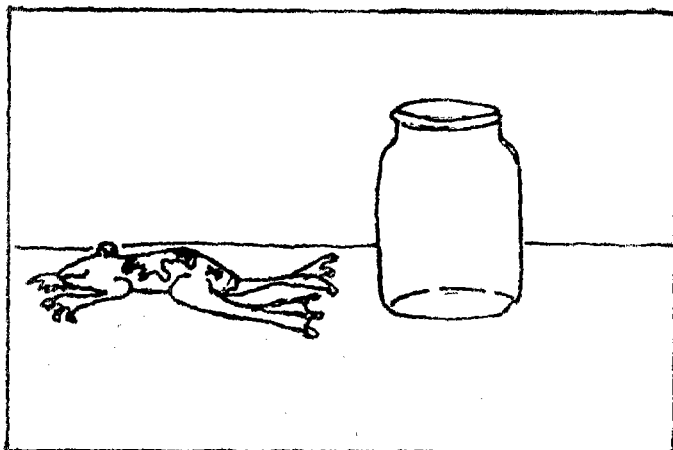
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



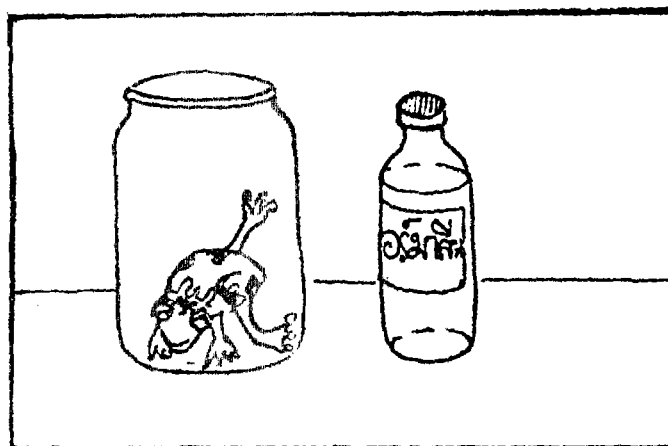
การทำลายจุลินทรีย์บางชนิด



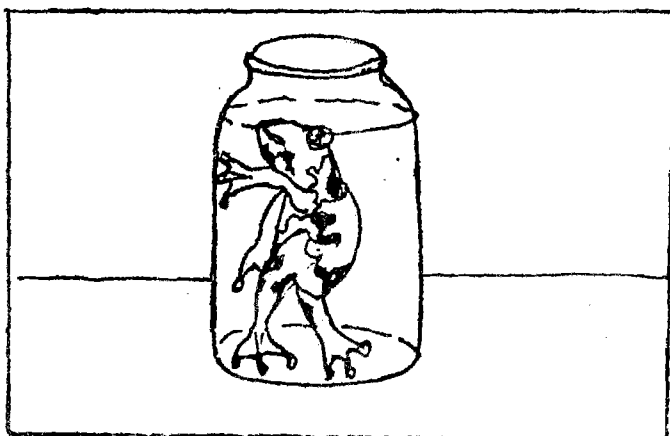
การคองสัตว์ในวิชาชีววิทยา

ภาพที่ 1

เราใช้สารเคมีชนิด
หนึ่งสำหรับคองสัตว์



ภาพที่ 2



สัตว์ที่ถูกคองจะไม่เน่าเปื่อยหรือสลายตัว

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากภาพที่ 1 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนในลักษณะข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวคือ

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการทำลายจุลินทรีย์ ในภาชนะที่จะใช้ทดลอง โดยใช้สารละลายฟอร์มาลีน นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

5. กำหนดอุปกรณ์การทดลองให้ดังนี้ กล่องใส่อาหารสำหรับแบคทีเรีย 2 กล่อง พร้อมฝาปิด
 ละลายฟอร์มาลีน สาลี ปากกีส

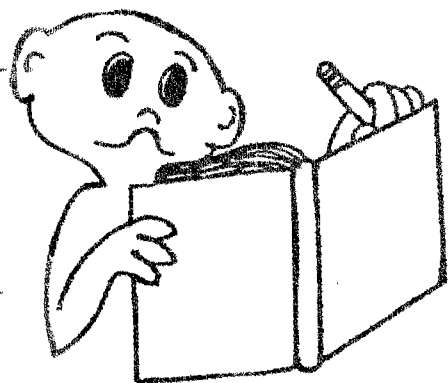
จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร เพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

.....

ถึงตอนนี้นักเรียนคงอยากทราบว่า คำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ การระบุปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดสอบ และทดลอง เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ นักเรียนจะได้ใช้วิธีการ เช่นนักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยศึกษาคำแนะนำต่อไปนี้ประกอบ

นักเรียนเคยสังเกตว่า แพทย์ หรือพยาบาลจะใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดบริเวณที่ฉีดยา เพื่อฆ่าเชื้อโรควิเวณนั้น หรือการคองสัตว์ในวิชาชีววิทยา เรามักใช้สารละลายฟอร์มาลีน หรือแอลกอฮอล์ ในการทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการทำลายจุลินทรีย์บางชนิดโดยใช้สารละลายฟอร์มาลีน ให้ทำการทดลอง และศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติม ได้จากการทดลองที่ 18.3 ในแบบเรียนของนักเรียน

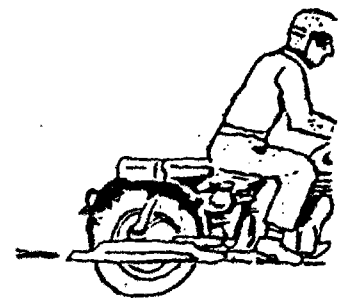
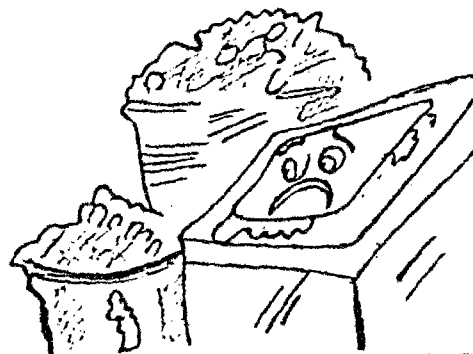
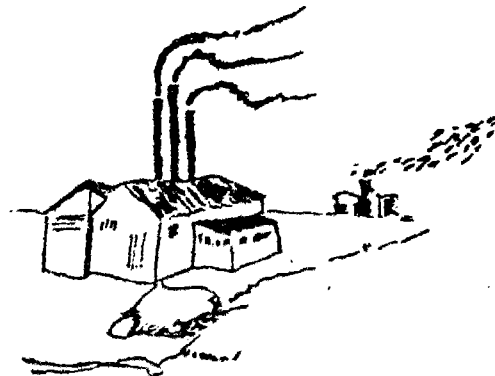
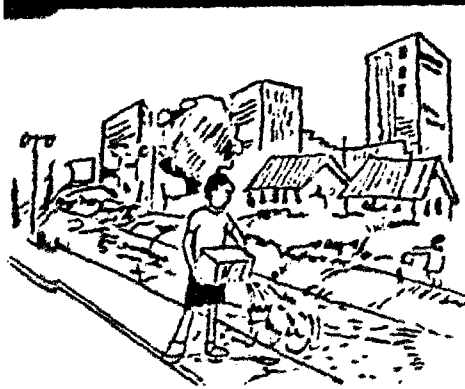




แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

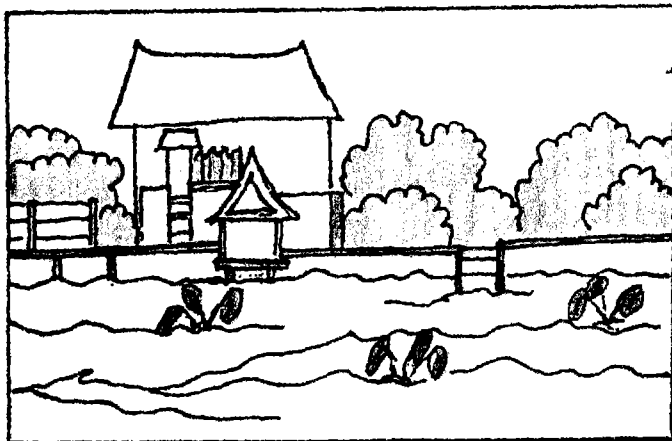
เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

ชุดที่



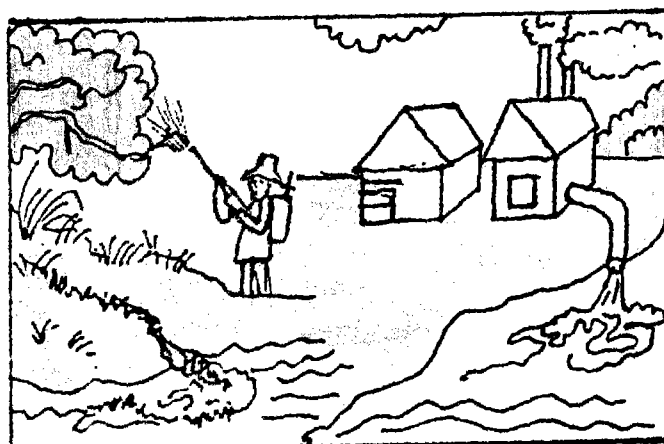
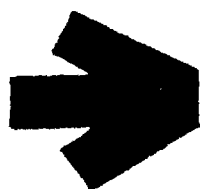
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สารเคมีในน้ำ



น้ำเสียเกิดจากการกระทำของมนุษย์

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



การกระทำดังกล่าว มีผลทำให้
สัตว์น้ำตาย คนเจ็บป่วย และ
คันไม่ไม่เจริญเติบโต

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความดังกล่าวให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในภาพที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองคือ

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอย่างไร

.....

.....

.....

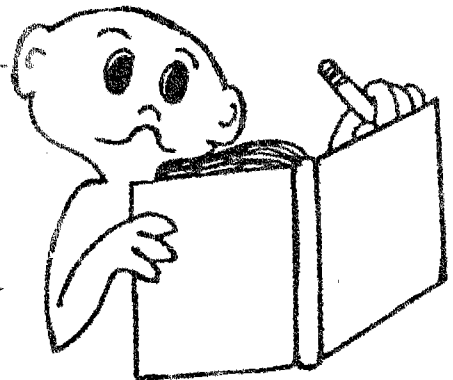
.....

.....

ในตอนนี้นักเรียนควรระบุปัญหา ทหาสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองไว้แล้วและนักเรียนอยากทราบใช่ไหมว่า คำตอบของนักเรียนจะถูกต้องหรือไม่ ลองอ่านคำแนะนำต่อไปนี้

สารเคมีในน้ำที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมคลอไรด์ แมกเนเซียมซัลเฟต ฯลฯ สารเคมีเหล่านี้ทำให้เกิดน้ำกระด้างแต่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารเคมีบางชนิดที่มนุษย์ปล่อยลงในแม่น้ำลำคลอง เป็นสารที่เป็นอันตราย เช่น ยากำจัดศัตรูพืช ปุ๋ย โลหะต่าง ๆ และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีที่มนุษย์ปล่อยทิ้งลงในแม่น้ำลำคลองเหล่านี้มีผลกระทบถึงสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ สุขภาพของมนุษย์และผลทางการเกษตรกรรม การทดลองเพื่อศึกษาสารเคมีที่อยู่ในน้ำเป็นเรื่องซับซ้อนไม่สามารถทำการทดลองได้ในชั้นเรียนนักเรียนจึงไม่ต้องทำการทดลอง

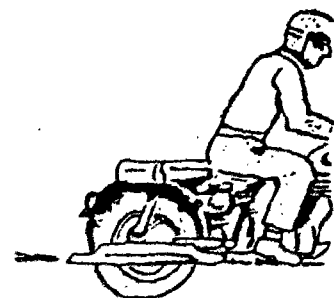
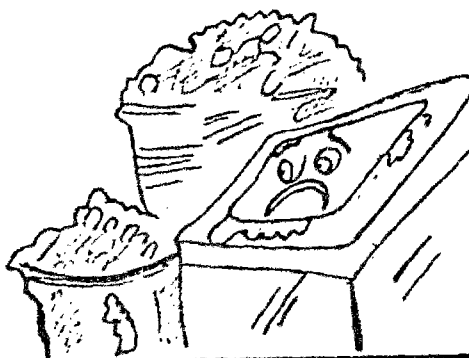
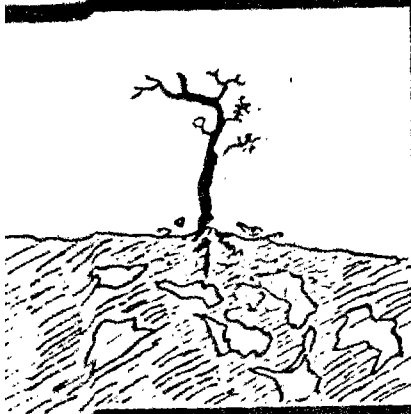
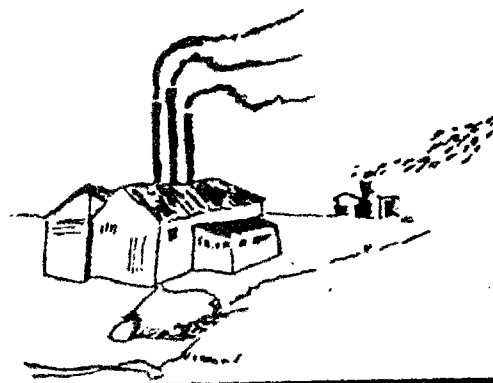
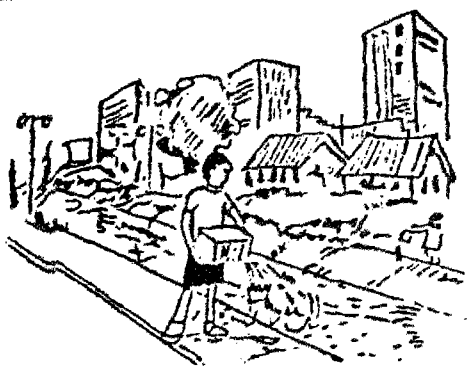




แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

ชุดที่

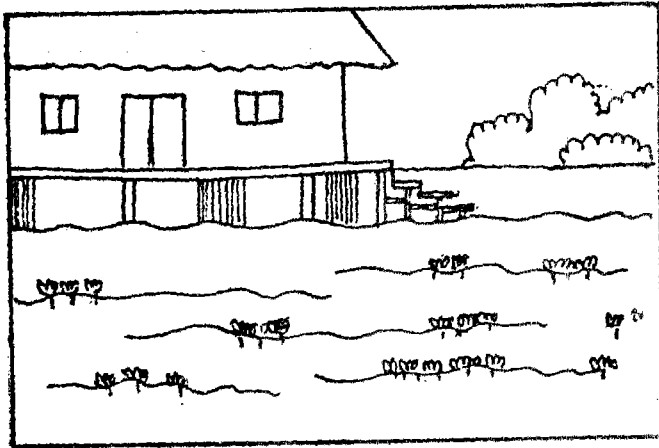


ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ผงชักฟอก.....

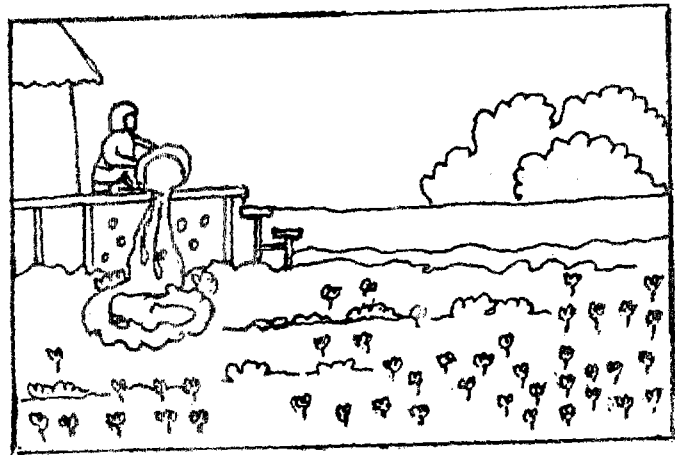
กับการเจริญเติบโตของพืชน้ำ



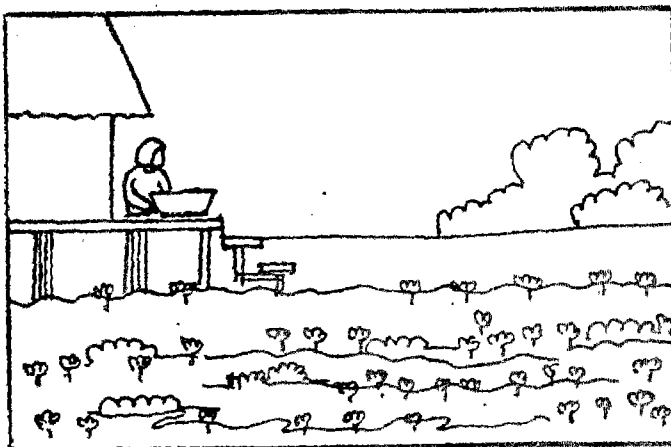
พืชน้ำหลายชนิด
เช่น จอก แหน และผักตบชวา

ภาพที่ 1

เมื่อได้รับน้ำทิ้งจากบ้านเรือน
ซึ่งมีส่วนประกอบของผงซักฟอก



ภาพที่ 2



จะทำให้พืชน้ำเหล่านี้
เจริญงอกงามอย่างรวดเร็ว
และเพิ่มปริมาณมากขึ้น

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในภาพที่ 1 และ 3 ปริมาณของแทนในน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าว ได้แก่

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองคือ

.....

.....

5. นักเรียนจะมีวิธีการทดลองเพื่อศึกษาปัญหาดังกล่าวอย่างไร (วาดรูปประกอบได้)

.....

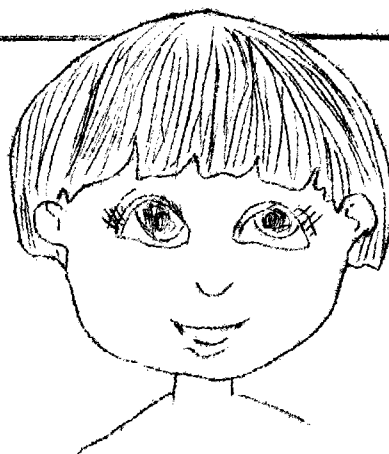
.....

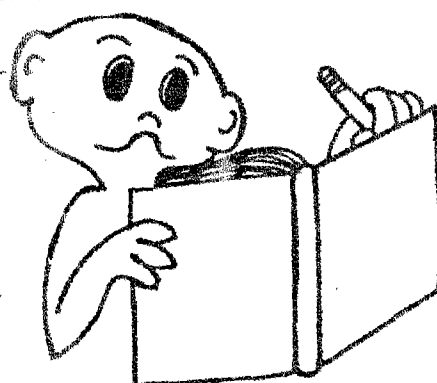
.....

.....

นักเรียนคงต้องการทราบว่า การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง ของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ เพราะนักเรียนเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้วให้อ่านคำแนะนำต่อไปนี้ แล้วดำเนินการทดลองต่อไป

ภาพในหน้า 1 แสดงการเจริญเติบโตของแพนในแหล่งน้ำสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แพนมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะมีการทิ้งน้ำที่ใช้ซักล้างลงในแหล่งน้ำ ในผงชักฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบและสารนี้เองที่ทำให้แพนเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นักเรียนคิดว่าสารฟอสเฟตในผงชักฟอก จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำชนิดอื่น ๆ หรือไม่ และความเข้มข้นของสารละลายผงชักฟอกที่ต่างกัน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างไร ให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง โดยอ่านวิธีการทดลองเพิ่มเติม จากแบบเรียนในการทดลองที่ 18.4

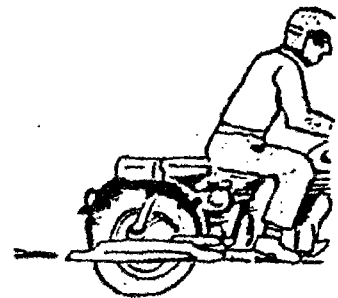
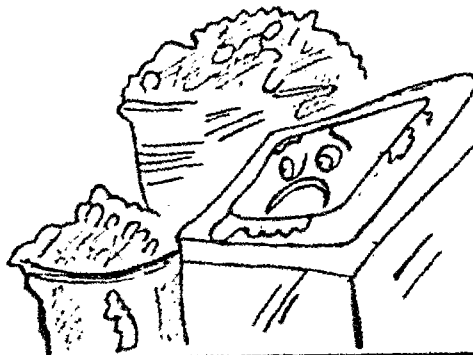
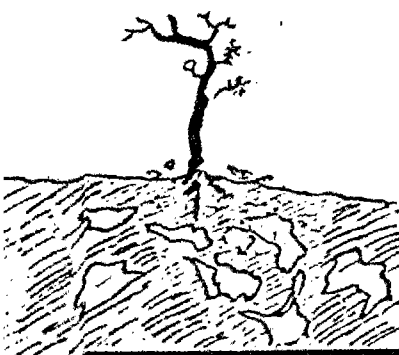
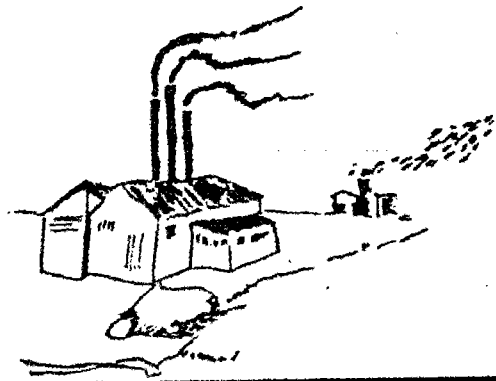




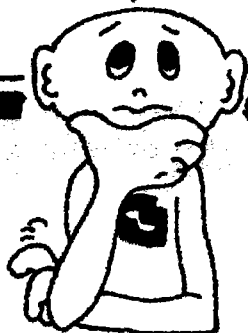
แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

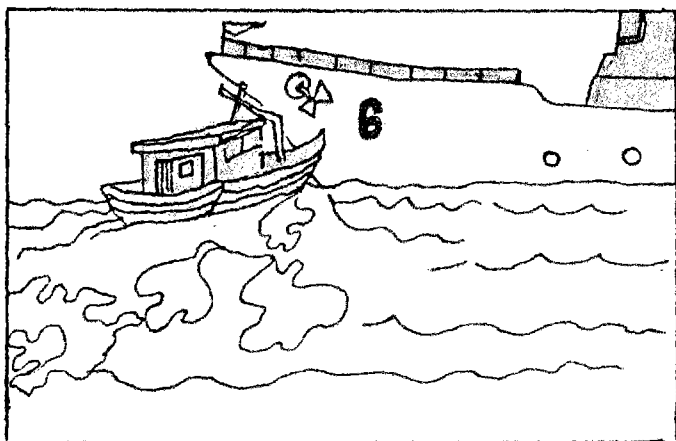
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

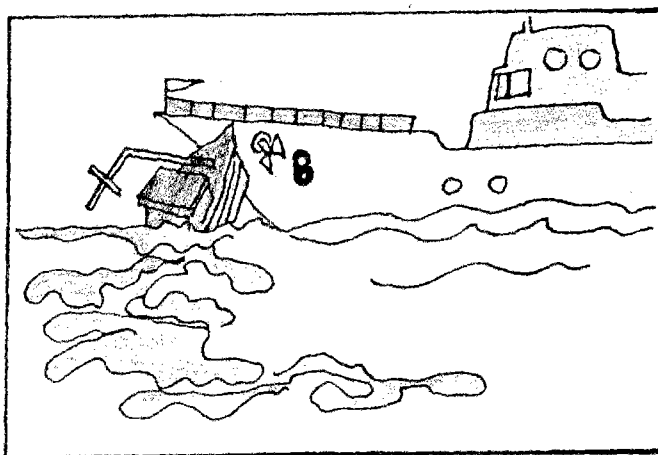


น้ำมันหล่อลื่น
กับการเจริญเติบโตของพืชน้ำ

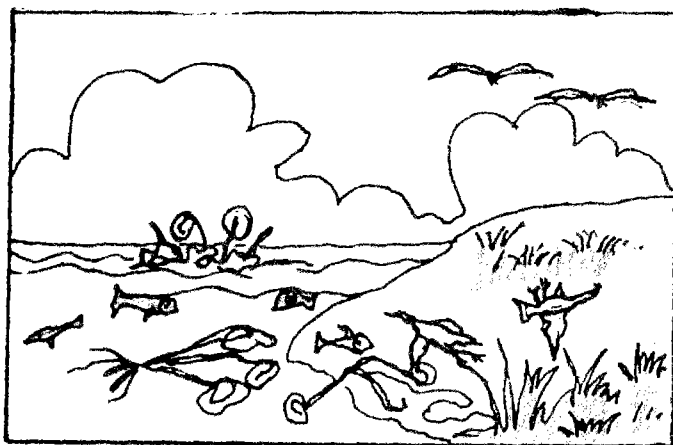


นักเรียนคงเคยได้ยินข่าว
อุบัติเหตุเรือชนกัน

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



จากเหตุการณ์ดังกล่าวมีผลกระทบ
ถึงพืช สัตว์ ที่อยู่ในน้ำและบนบกซึ่ง
กินสัตว์น้ำเป็นอาหาร

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนหาคำถามต่อไปนี้

1. ในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองคือ

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอย่างไร (วาดภาพประกอบได้)

.....

.....

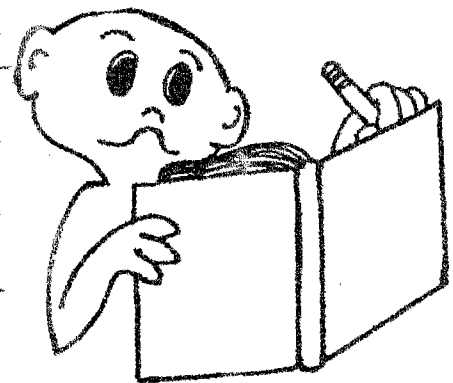
.....

.....

ถึงตอนนี้นักเรียนคงอยากทราบว่า คำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ เพราะนักเรียนเป็นผู้ขำคิด ขำงสงสัยและกระตือรือร้น ที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเองอยู่แล้ว ดังนั้นก่อนทำการทดลอง ให้นักเรียนศึกษาคำแนะต่อไป

ภาพในหน้า 1 แสดงให้ทราบว่าคราบน้ำหมันผิวหนังน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และสัตว์ ที่อยู่ในน้ำ ทั้งยังเป็นอันตรายต่อบางชนิดที่กินสัตว์น้ำเป็นอาหารอีกด้วย นักเรียนออกแบบการทดลองสอดคล้องกับการทดลองนี้หรือไม่ศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติมได้จากบททดลองที่ 18.5 ในแบบเรียนแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

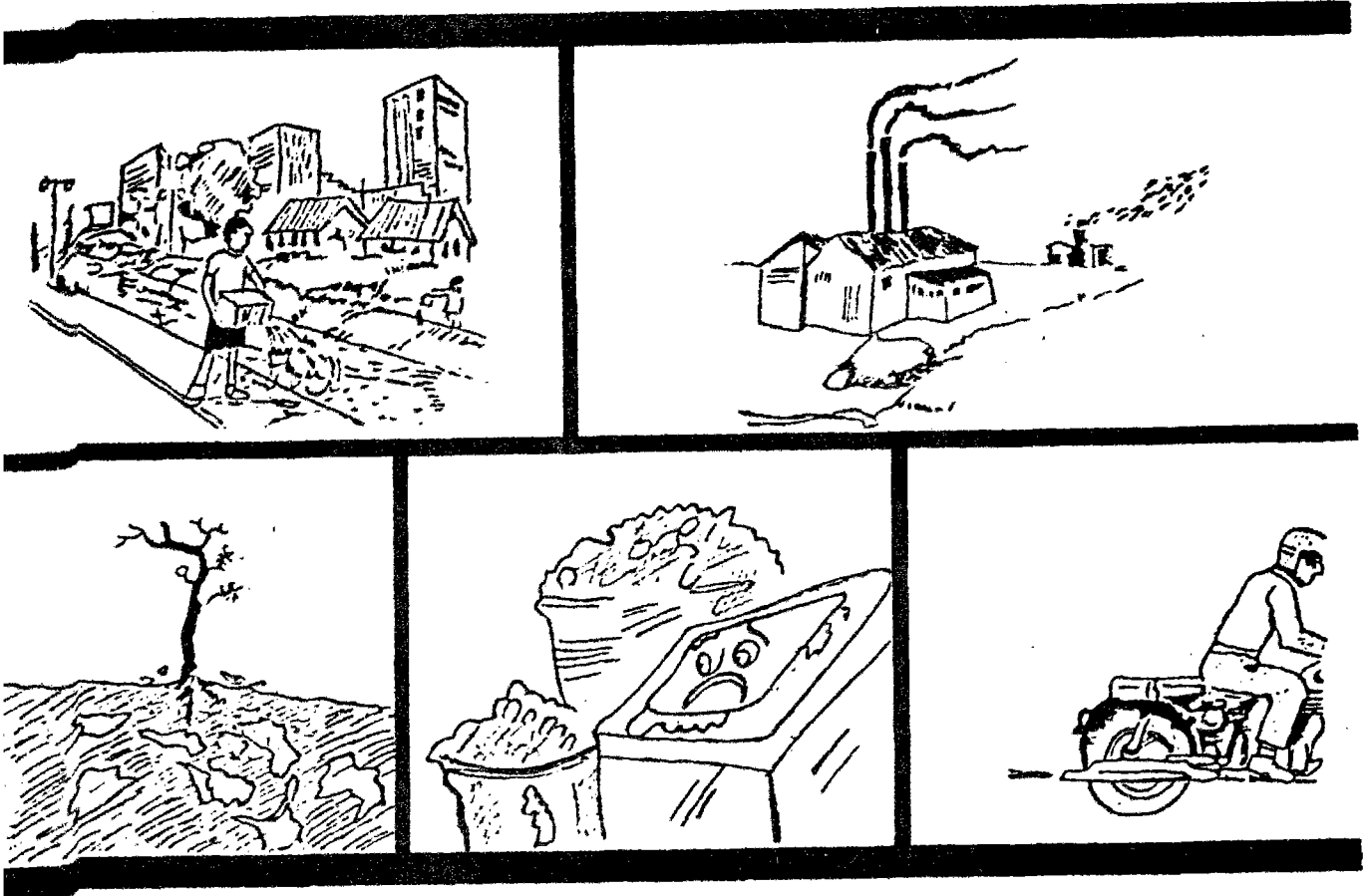




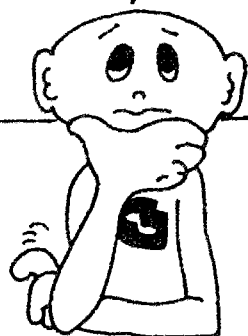
แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

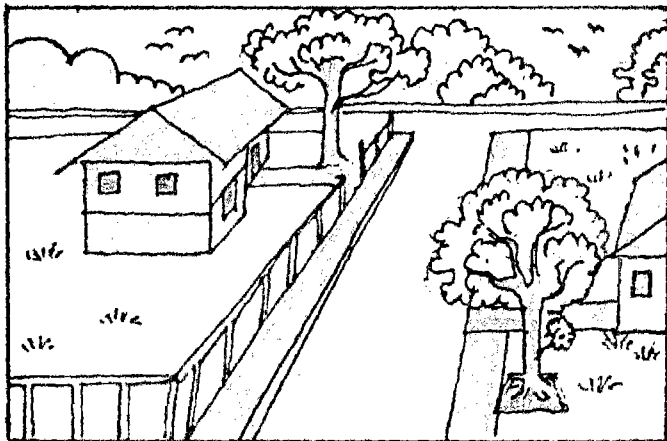
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



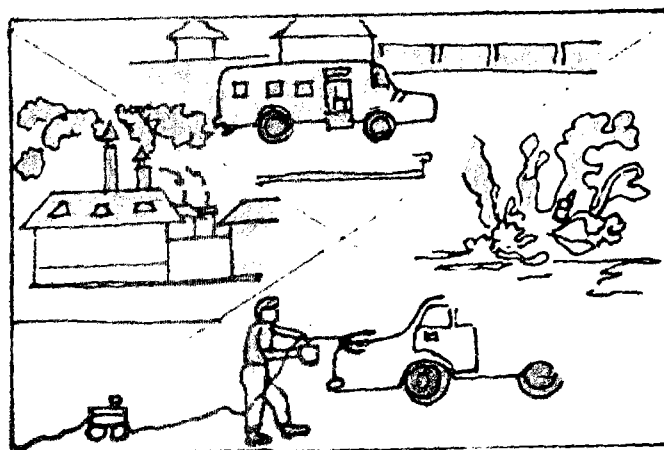
อากาศเสีย



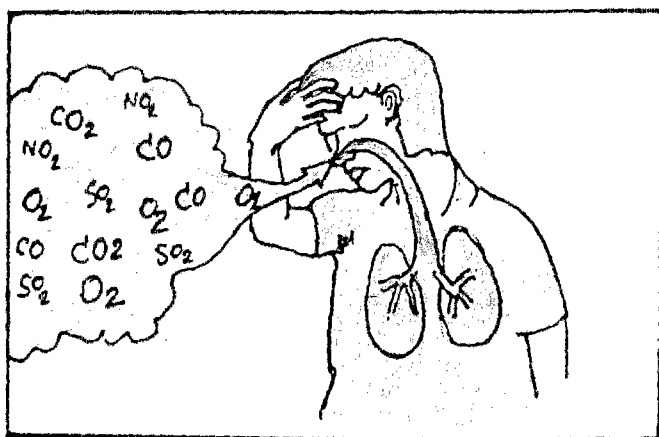
อากาศบริสุทธิ์เป็นปัจจัยสำคัญ
ในการดำรงชีวิตของมนุษย์

ภาพที่ 1

แต่ผลจากการกระทำของ
มนุษย์ในอุตสาหกรรม
และ เทคโนโลยีก้าวหน้า



ภาพที่ 2



ทำให้มนุษย์ต้องรับสารพิษต่าง ๆ
เข้าไปในร่างกาย

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในภาพที่ 1 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวคือ

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองดังนี้

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองนี้คือ

.....

.....

5. นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจหาปริมาณก๊าซพิษต่าง ๆ ในอากาศได้อย่างไร

.....

.....

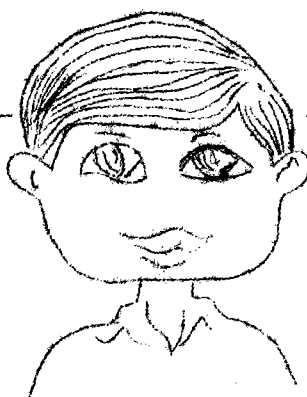
.....

.....

.....

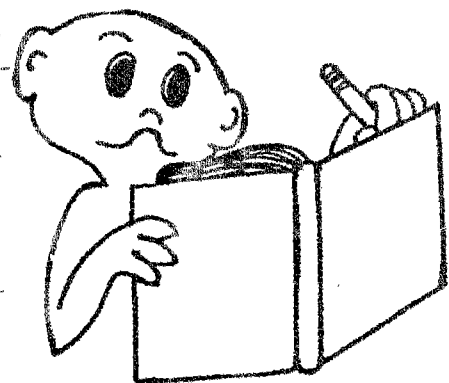
ถึงตอนนี้ นักเรียนคงอยากทราบใช่ไหมว่า การระบุปัญหา การหาสาเหตุของปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองของนักเรียนจะถูกต้องหรือไม่ ทาว่านักเรียนคงอยากทราบคำตอบ เพราะนักเรียนเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำต่อไปนี้เพิ่มเติม

ภาพในหน้า 1 แสดงให้เห็นถึงสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้อากาศเสีย อากาศเสียนอกจากจะมีผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์แล้ว ยังทำลายทรัพย์สินบางอย่างอีกด้วย การทดลองเพื่อตรวจหาการพิษต่าง ๆ ในอากาศ มีความซับซ้อนไม่สามารถทำการทดลองได้ในชั้นเรียน จึงไม่ต้องทำการทดลอง แต่นักเรียนจะได้ศึกษาสมบัติของกาซบางชนิด ที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมในตอนต่อไป



บันทึก

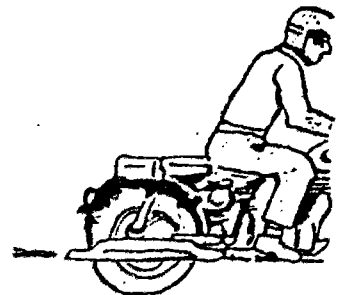
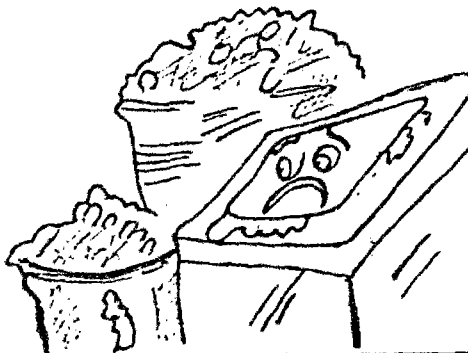
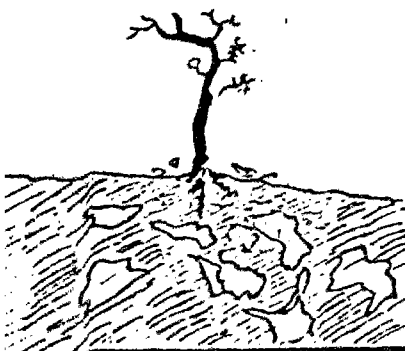
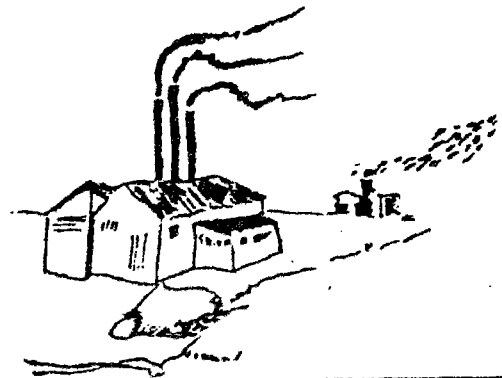
TWENTY



แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

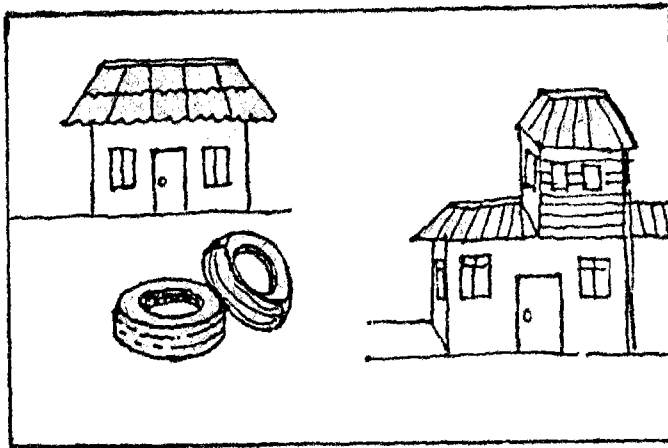
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



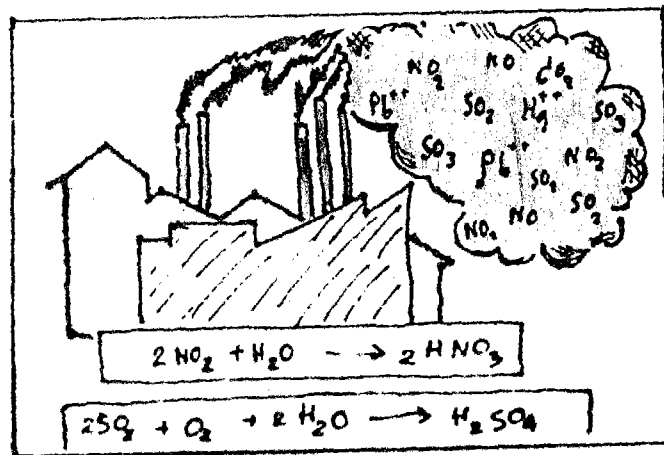
สมบัติของภาษาบางชนิด



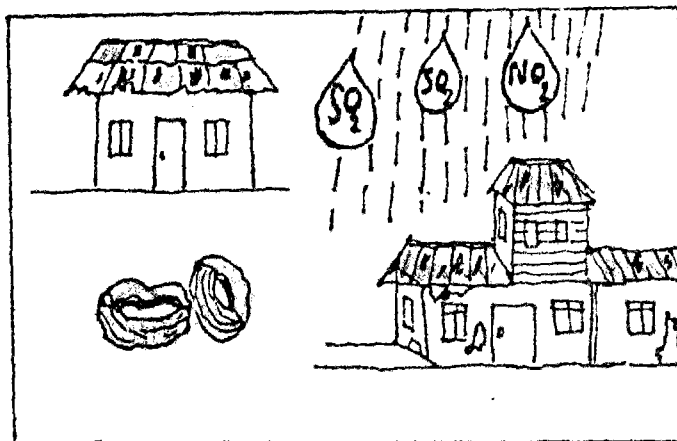
ภาพที่ 1

สิ่งที่หาอาคาร สิ่งของที่ทำด้วยยาง
และสิ่งที่เป็นโลหะ เช่น รางน้ำ
ชายคา หลังคา

เมื่อได้รับกาซบางชนิด
ที่ปล่อยออกจากโรงงาน
อุตสาหกรรมซึ่งรวมตัว
กับน้ำ



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

จะทำให้สิ่งที่หาอาคารเสื่อมคุณภาพ
ยางเปื่อยยุ่ย และสิ่งที่ทำด้วยโลหะ
ผุกร่อน

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งของที่ทำจากยางและหลังคาบ้านที่มุงสังกะสีในภาพที่ 1 และ 3 เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากาททดลองได้อย่างไร

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองนี้คือ

.....

.....

กาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะมีคุณสมบัติเป็นกรด
ฉะนั้นเมื่อนำไปทดสอบกับกระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัสจากสี

เป็นสี

5. นักเรียนจะออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมบัติ ของกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ
กาซไนโตรเจนไดออกไซด์อย่างไร

.....

.....

.....

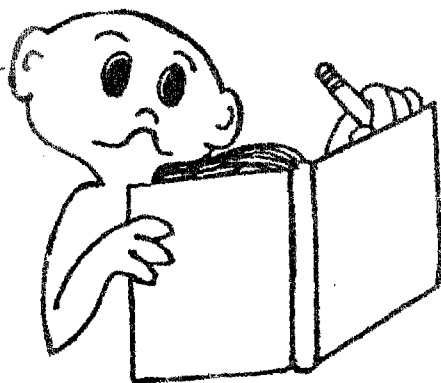
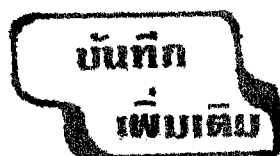
.....

.....

ในตอนนี้อาคว่านักเรียนคงอยากทราบว่า คำตอบของนักเรียนจะถูกต้องไหม นักเรียนเป็นผู้ช่างคิดช่างสงสัย และชอบค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว จึงควรทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบต่อไป โดยศึกษาคำแนะนำต่อไปนี้

ภาพในหน้า 1 แสดงให้เห็นว่ากาชพิษบางชนิดที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กาซไนโตรเจนไดออกไซด์ ฯลฯ นอกจากจะเป็นกาซที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์แล้ว กาซเหล่านี้เมื่อรวมตัวกับน้ำจะมีสมบัติเป็นกรดและทำให้สิ่งของบางอย่างเสียหาย เช่น ทำให้ของใช้ที่ทำจากยางเสื่อมคุณภาพ หลังคาบ้านที่มุงด้วยสังกะสีผุกร่อน และมีผลต่อพืชโดยการทำลายสารสีเขียวในใบพืช ทำให้ใบพืชแห้งเหี่ยวเน่า มีสีน้ำตาลหรือเป็นรอยเหมือนถูกไฟลวก นักเรียนจะได้ทำการทดลอง เพื่อศึกษาสมบัติของกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ ดังการทดลองที่ 18.6 และ 18.7 ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติม ได้จากแบบเรียนแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

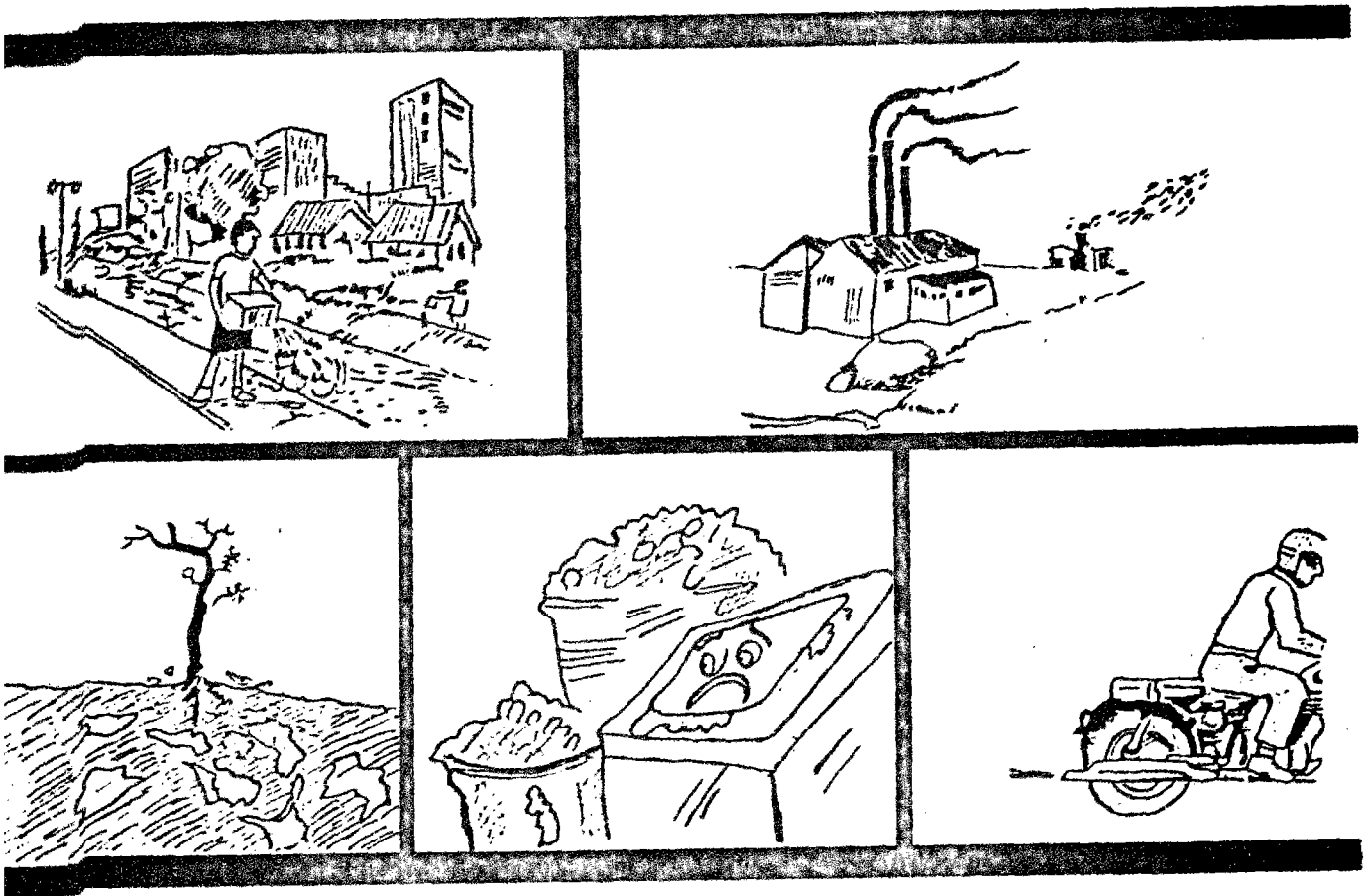




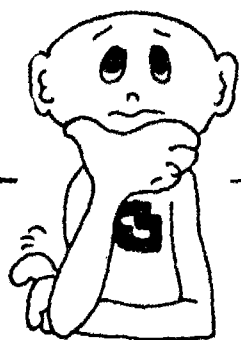
แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

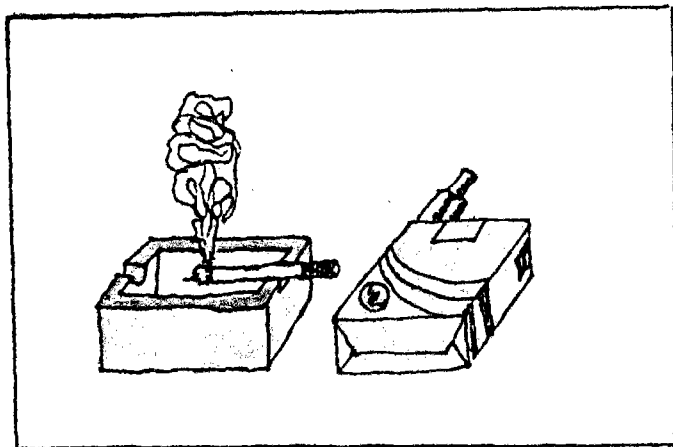
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



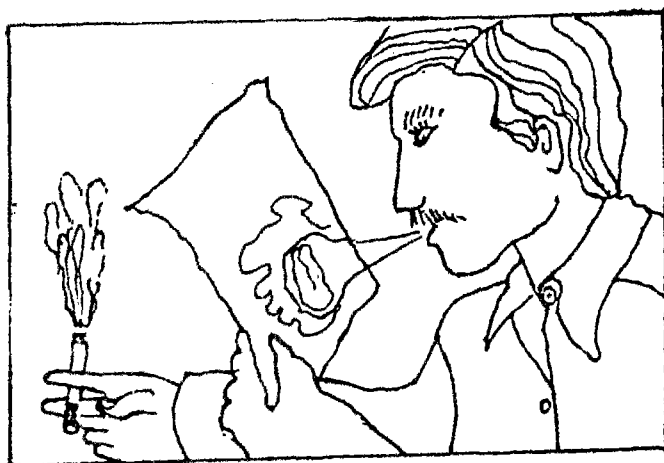
สารในควันบุหรี



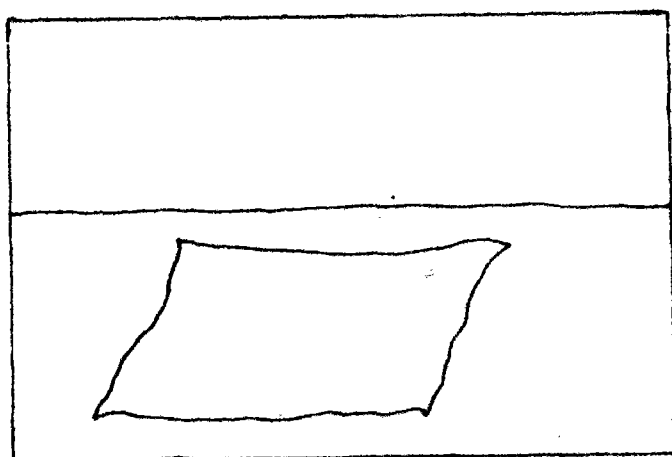
นักเรียนเคยสังเกตน้ควัน
ของคนที่สูบบุหรี่หรือไม่

ภาพที่ 1

ถ้าเราดมควันบุหรี่แล้วหัน
ไปบนกระดานดำที่เปียกน้ำ



ภาพที่ 2



จะพบกราฟสีเหลือง ๆ ติดอยู่
บนกระดานนั้น

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากภาพที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวคือ

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองนี้คือ

.....

.....

.....

และถ้าเปลี่ยนเป็นไขว้ที่รบกวนนักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

.....

5. เนื่องจากการสูบบุหรี่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นักเรียนจะมีวิธีทดลองอื่นอย่างไรอีกบ้าง โดยไม่ต้องอมควันบุหรี่ไว้ในปาก ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง (วาดรูปประกอบได้)

.....

.....

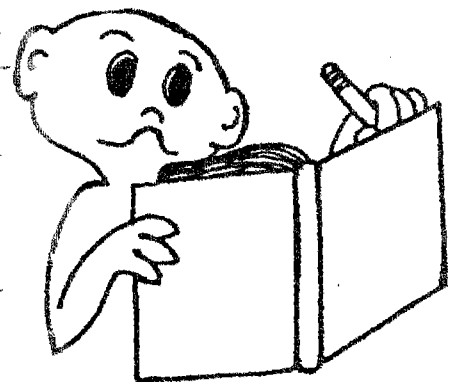
.....

.....

ถึงตอนนี้ นักเรียนคงอยากทราบใช่ไม่ว่าการระบุปัญหาการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองของนักเรียน จะถูกต้องหรือไม่ เพราะนักเรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว เมื่อต้องการทราบว่าคำตอบถูกต้องหรือไม่ให้อ่านคำแนะนำต่อไปนี้

ภาพในหน้าที่ 1 แสดงให้เห็นว่าในควันบุหรี่มีสารบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น นิโคติน และ เบนโซไพเร็น การทดลองนี้จะเป็นการตรวจสอบว่าในควันบุหรี่มีสารดังกล่าว ให้นักเรียนศึกษาวิธีทดลองจากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ แล้วดำเนินการทดลองว่า ในควันบุหรี่มีสารอะไรบ้างได้ทันที

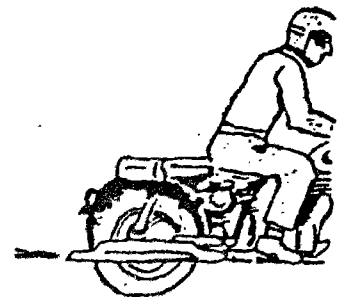
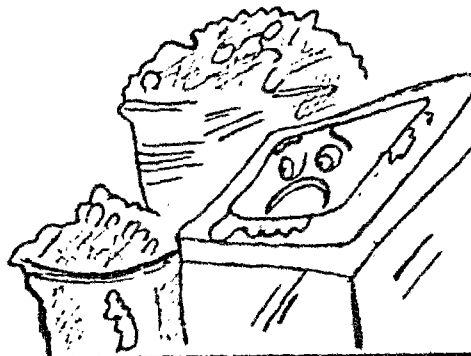
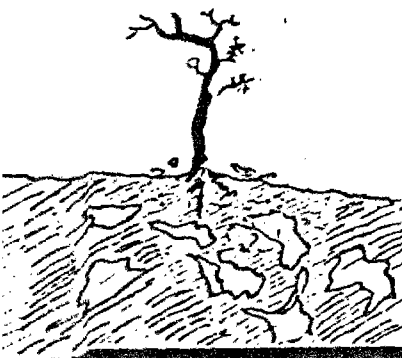
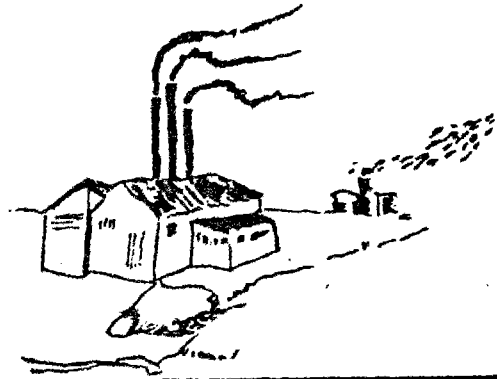




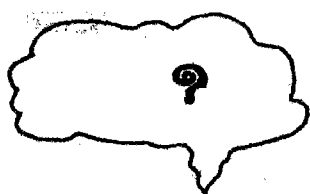
แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

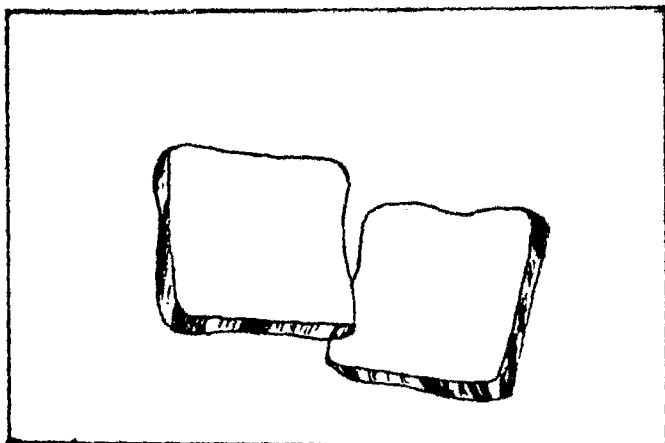
ชุดที่ 10



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

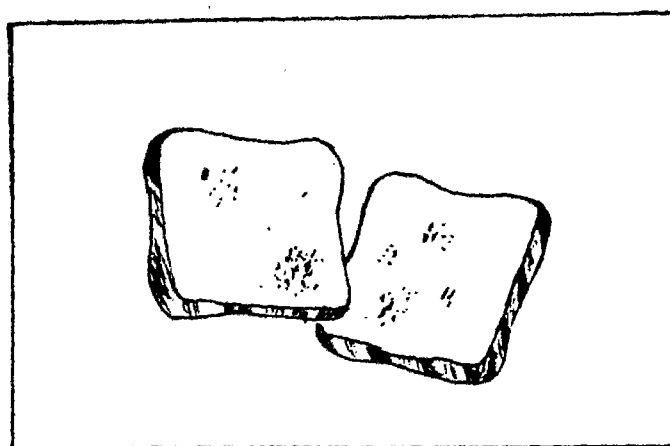
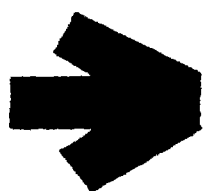


จุลินทรีย์ในอากาศ

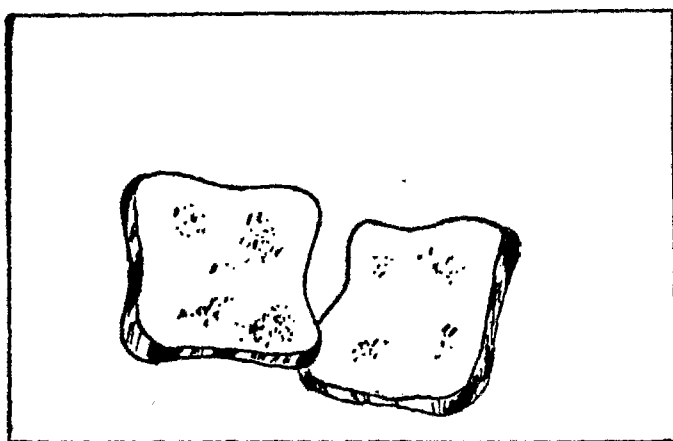


นักเรียนคงเคยสังเกตพบว่า
ขนมปัง หรืออาหารต่าง ๆ ที่วาง
ทิ้งไว้

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



มักมีราขึ้น หรือ บุคเน่า

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภาพที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

2. สาเหตุทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

4. สมมติฐานของการทดลองคือ

.....

5. ถ้าให้นักเรียนทำการทดลอง เพื่อตรวจหาจุลินทรีย์ในอากาศ บริเวณห้องเรียน ห้องน้ำ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดอุปกรณ์และสารเคมีต่อไปนี้ให้นักเรียนจะดำเนินการทดลองอย่างไร

สารเคมีและอุปกรณ์

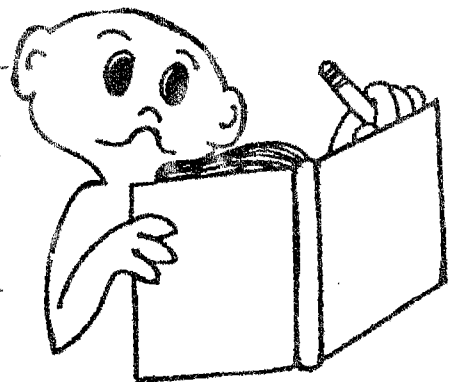
1. กล้องพลาสติกเบอร์ 1 พร้อมฝา 3 ชุด ภายในบรรจุของผสมแป้งเปียก กลูโคส และน้ำซูปเนอ
2. สารละลายฟอร์มาลีน
3. สลาลี
4. ปากกีส

.....

ถึงตอนนี้ นักเรียนคงอยากทราบใช่ไหมว่า คำตอบของนักเรียนจะถูกตongหรือไม่ เพราะ นักเรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้น ในการค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว ให้ทำการทดลอง เพื่อค้นคว้า หาคำตอบต่อไป โดยอ่านคำแนะนำต่อไปนี้ประกอบ

สาเหตุที่ทำให้อากาศเสียมีหลายประการเช่น การปล่อยก๊าซพิษของโรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ การใช้สารเคมี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่น ๆ อีก เช่น ฝุ่นละอองในอากาศ รังสีต่าง ๆ เชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ ในการทดลองนี้ต้องการให้นักเรียน ตรวจหาจุลินทรีย์ในอากาศจากบริเวณต่าง ๆ ให้ศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติม ได้จากการทดลองที่ 18.9 ในแบบเรียน แล้วดำเนินการทดลองต่อไป

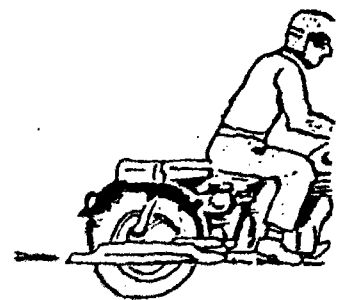
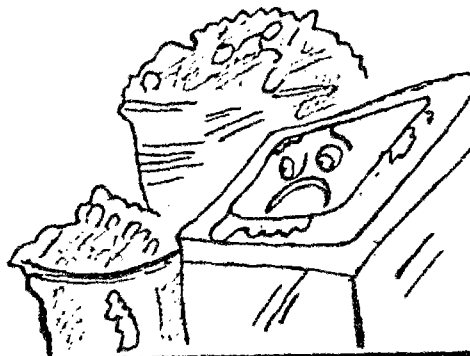
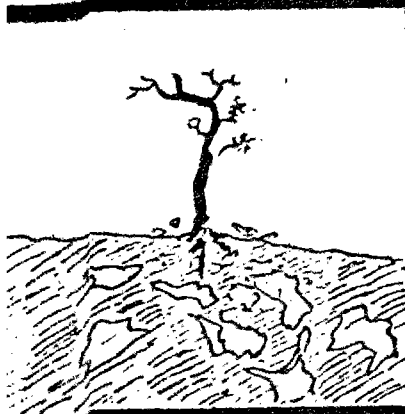
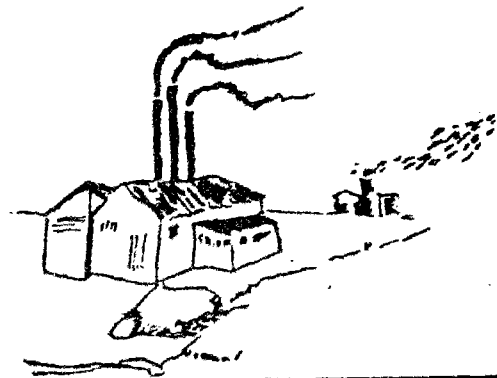
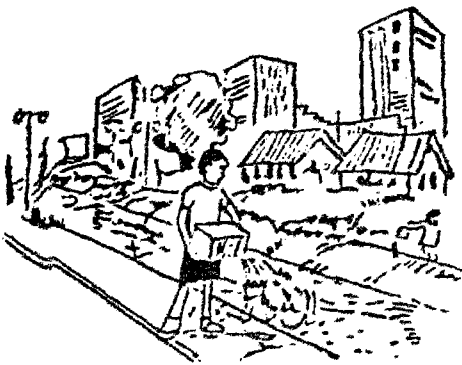




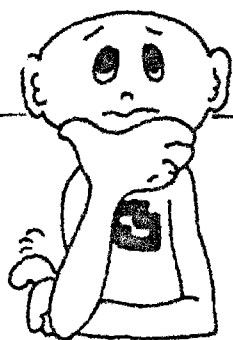
แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

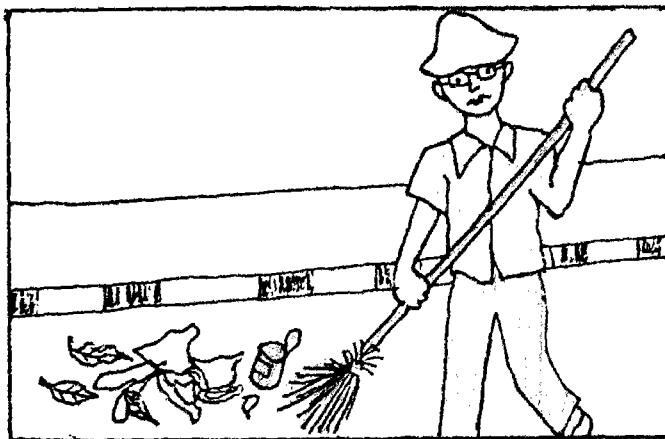
ชุดที่



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

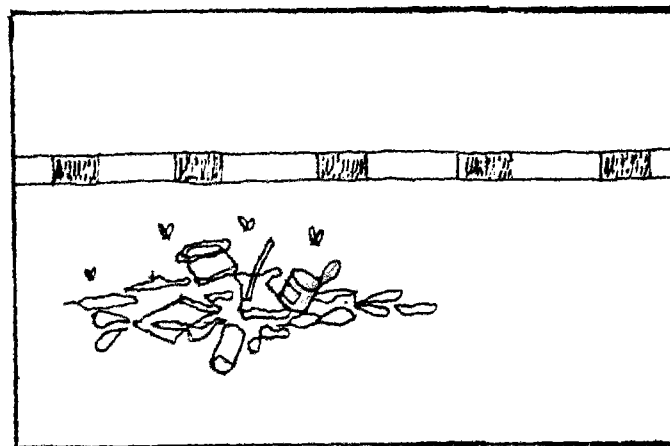


การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ



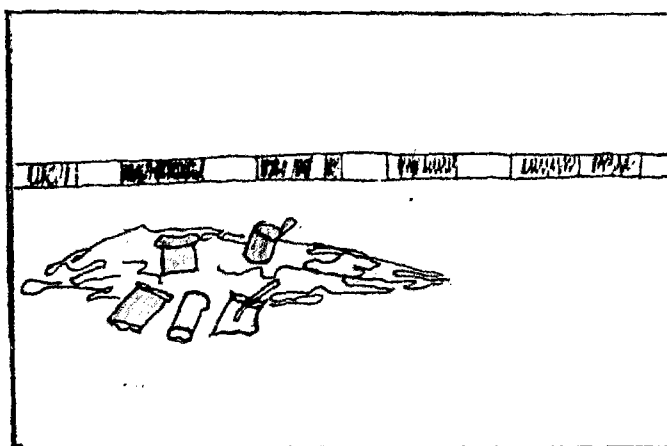
เคยสังเกตเหตุการณ์เช่นนี้บ้างไหม

ภาพที่ 1



หลังจากผ่านไป 1 สัปดาห์

ภาพที่ 2



ขยะบางชนิดเน่าเปื่อยสุก
บางชนิดยังคงอยู่ในสภาพเดิม

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ชะนะในภาพที่ 1 และ 3 เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างไรหลังจากทิ้งไว้ 1 สัปดาห์

.....

.....

จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จาก การทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. ถ้าทิ้งชะนะ และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงบนพื้นดินจะมีผลต่อดินอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

และทั้งสมมติฐานในครั้งนี้นี้คือ

.....

.....

.....

5. จากสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้

พลาสติก กระดาษขาว ผ้า ซากแมลง ตะปู ข้าวสุก ใบไม้แห้ง กระดาษดินร่วนซุย พลาสติก
สำหรับปิดปากกระถางพร้อมยาง รัดนักเรียนจะมีวิธีทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบการเน่าเปื่อย
ของวัสดุบางชนิดในดิน

.....

.....

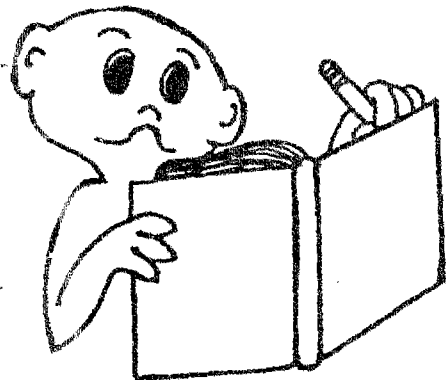
.....

.....

ในตอนนี้นักเรียนคงอยากทราบว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ เพราะนักเรียนเป็นผู้ช่างคิด ช่างสงสัยอยู่แล้ว ก่อนที่จะทำการทดลอง เพื่อศึกษาปัญหาดังกล่าว ให้ศึกษาคำแนะนำต่อไปนี้

ภาพในหน้า 1 จะเห็นได้ว่าขยะบางประเภทสลายตัวได้เร็ว บางประเภทสลายตัวได้ช้า การกำจัดขยะไม่ถูกวิธีจะก่อให้เกิดมลพิษทั้งในน้ำ ในอากาศ และในดิน ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบ การเน่าเปื่อยของวัสดุบางชนิดในดิน โดยศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติม ได้จากการทดลองที่ 18.10 ในแบบเรียน



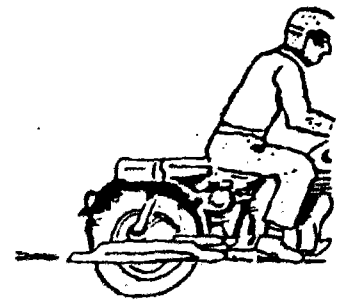
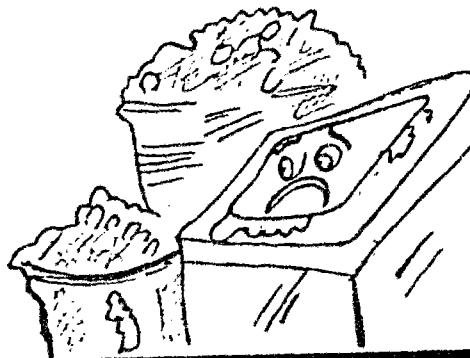
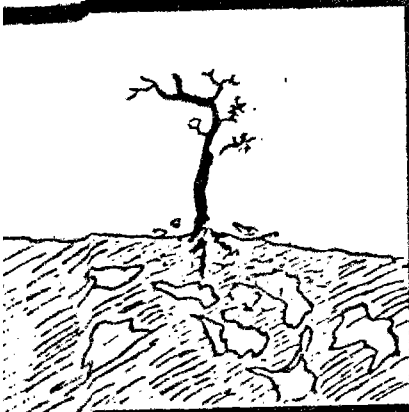
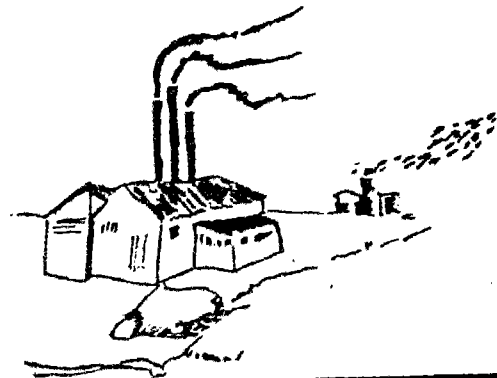
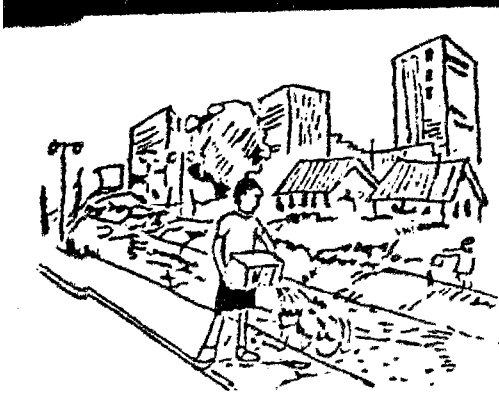


แบบฝึกการมองเห็นปัญหา

เรื่อง : ภาวะแวดล้อม

ชุดที่

12



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

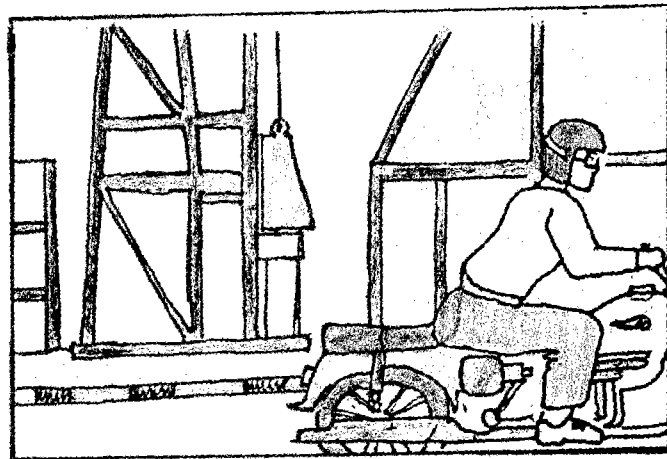
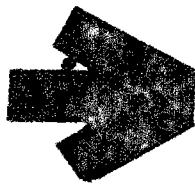


ความดังของเสียง

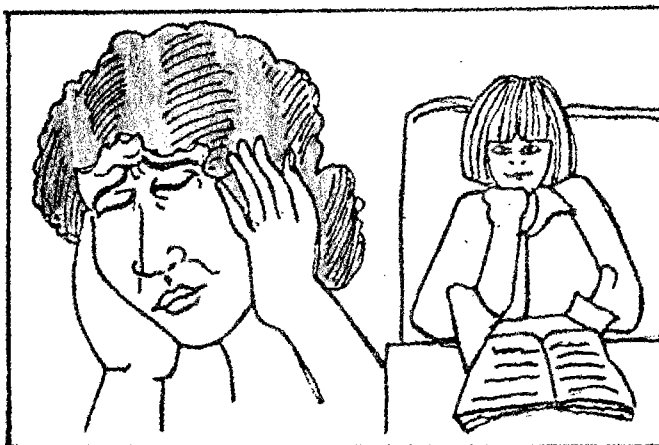


นักเรียนเคยพบเหตุการ์ณแบบนี้
หรือไม่

ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ขาดสมาธิในการทำงาน หงุดหงิด

ภาพที่ 3

จากภาพและข้อความข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภาพที่ 1 และ 3 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งที่น่าสนใจคือ (เขียนเป็นข้อความที่เป็นคำถาม)

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยดังกล่าวได้แก่

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะปรับปรุงปัญหาให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

4. สมมติฐานของการทดลองคือ

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนออกแบบทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

.....

.....

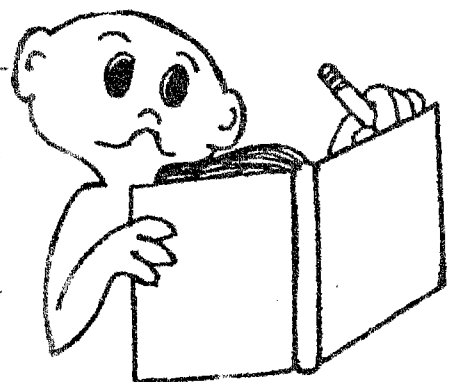
.....

.....

ตอนนี้ นักเรียนคงอยากทราบใช่ไหมว่า การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองของนักเรียนจะถูกจัดหรือไม่ . . . คาดว่านักเรียนคงอยากทราบคำตอบเพราะนักเรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่แล้ว ก่อนที่จะทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบต่อไป ควรอ่านคำแนะนำต่อไปนี้

ขณะที่นักเรียนนั่งเรียนในห้องเรียนและฟังครูอธิบาย นักเรียนจะรู้เรื่องหรือไม่นั้นอาจขึ้นกับครูพูดเร็วเกินไป ครูพูดค่อยเกินไป นักเรียนนั่งดูกันเสียงดัง นักเรียนไม่สนใจเรียนหรือมีเสียงจากภายนอกห้องดังจนฟังครูอธิบายไม่รู้เรื่อง ภาพในหน้า 1 แสดงให้เห็นว่าเสียงรบกวนจะทำให้ขาดสมาธิในการเรียน การทำงาน นักเรียนออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับทดลองนี้หรือไม่ ให้ศึกษาวิธีการทดลองเพิ่มเติมได้จากการทดลองที่ 18.11 ในแบบเรียนของนักเรียน และดำเนินการทดลองต่อไป





ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ภาวะแวดล้อม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย $\times$ ลงในช่อง ☐ ของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียว โดยให้เขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที
4. ห้ามนักเรียนขีดเขียนลงบนแบบทดสอบ

1. บี โอ ดี หมายถึงอะไร
 - ก. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ
 - ข. ปริมาณออกซิเจนในอากาศ
 - ค. ปริมาณออกซิเจนที่พืชน้ำต้องการ
 - ง. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำปล่อยออกมา
 - จ. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
2. จากการสำรวจพบว่า ค่า บี โอ ของน้ำคลองแห่งหนึ่งเท่ากับ 50 มิลลิกรัม/ลิตร นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร
 - ก. น้ำคลอง 1 ลิตร มีสารเคมีเจือปนอยู่ 50 มิลลิกรัม
 - ข. น้ำคลอง 1 ลิตร มีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ 50 มิลลิกรัม
 - ค. น้ำคลอง 1 ลิตร มีปริมาณออกซิเจนละลายเจือปนอยู่ 50 มิลลิกรัม
 - ง. น้ำคลอง 1 ลิตร มีจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนอยู่ 50 มิลลิกรัม
 - จ. น้ำคลอง 1 ลิตร มีปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการ 50 มิลลิกรัม
3. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดที่กล่าวไม่ถูกต้อง
 - ก. น้ำที่มีค่าออกซิเจนละลายน้อยกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย
 - ข. น้ำที่มีค่า บี โอ ดี สูงกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย
 - ค. น้ำที่มีค่า บี โอ ดี สูง แสดงว่าน้ำนั้นมีสารอินทรีย์อยู่น้อย มีค่าออกซิเจนมาก
 - ง. น้ำที่มีค่าออกซิเจนพอเพียง สารอินทรีย์จะถูกสลายโดยจุลินทรีย์ทำให้ได้สารใหม่ที่จะละลายน้ำได้
 - จ. น้ำที่มีค่าออกซิเจนมาก สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์บางชนิด ทำให้ได้ก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น มีเทน
4. ในการกำหนดคุณภาพของน้ำนั้นใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ได้บ้าง

ก. ค่า pH	ข. อุณหภูมิ
ค. โคลิฟอร์ม	ง. ปริมาณสารเคมี
จ. ค่า pH, อุณหภูมิ, โคลิฟอร์ม และปริมาณสารเคมี	

5. เมื่อนำน้ำจากคลอง ก. และคลอง ข. มาหาค่า บี โอ ดี พบว่าน้ำคลอง ก. มีค่า บี โอ ดี 70 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำคลอง ข. มีค่า บี โอ ดี 30 มิลลิกรัม/ลิตร จากค่า บี โอ ดี ดังกล่าวแสดงว่าน้ำในคลอง ก. เป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับน้ำในคลอง ข.

- ก. มีคุณภาพดีกว่าน้ำในคลอง ข.
- ข. มีสารอินทรีย์อยู่มากกว่าน้ำในคลอง ข.
- ค. มีปริมาณออกซิเจนอยู่มากกว่าน้ำในคลอง ข.
- ง. มีสารเคมีเจือปนอยู่มากกว่าน้ำในคลอง ข.
- จ. มีจุลินทรีย์และฟอสฟอรัสอยู่มากกว่าน้ำในคลอง ข.

จงใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 6.

แหล่งน้ำ	บี โอ ดี มิลลิกรัม/ลิตร	บี โอ ดี มิลลิกรัม/ลิตร	สารแขวนลอย มิลลิกรัม/ลิตร
A	1	12	30
B	2	10	45
C	4	8	20
D	8	5	10
E	10	4	6

6. แหล่งน้ำใดจัดเป็นน้ำเสีย

- ก. A และ B
- ข. B และ C
- ค. C และ D
- ง. D และ E
- จ. A และ E

จงใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 7 - 8

ในการทดลองนำตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ มาเพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณออกซิเจนในน้ำ
ปรากฏผลดังนี้

ตัวอย่างน้ำจาก แหล่งต่าง	ปริมาณ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)
	นม	น้ำ	ยีสต์	เมธิลีนบลู	
1	3	2	1	1	10
2	3	2	1	1	25
3	3	2	1	1	40
4	3	2	1	1	70
5	3	2	1	1	60

7. นำจากสถานที่ใดมีปริมาณออกซิเจนมากที่สุด

ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5

8. ในการทดลองนี้ตัวแปรที่ไม่ได้ควบคุม คือ

ก. ปริมาณนม ข. ปริมาณยีสต์ ค. ปริมาณเมธิลีนบลู
ง. ออกซิเจนในอากาศ จ. ชนิดของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ

9. ถ้านักเรียนต้องการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าน้ำฝนที่เก็บไว้ในโถงมีจุลินทรีย์หรือไม่จะอย่างไร

ก. ล้างหลอด ต้มหลอด ใส่ น้ำฝนทิ้งไว้ สังเกตผล
ข. ต้มหลอด ใส่ น้ำฝน ใส่ น้ำซุบ ปิดจุกทิ้งไว้ สังเกตผล
ค. ล้างหลอดด้วยสารละลายฟอร์มาลีน ใส่ น้ำซุบ น้ำฝน ตั้งทิ้งไว้ สังเกตผล
ง. ล้างหลอด ต้มหลอด 2 หลอด ใส่ น้ำซุบ น้ำฝน ตั้งทิ้งไว้ สังเกตผล
จ. ล้างหลอด ต้มหลอด 2 หลอด หลอดที่ 1 ใส่ น้ำซุบ หลอดที่ 2 ใส่ น้ำฝน ปิดจุกทิ้งไว้ สังเกตผล

10. คำว่า โคลโลนี หมายถึงอะไร

- ก. กลุ่มแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม
- ข. จำนวนแบคทีเรียหลาย ๆ ชนิด
- ค. จำนวนแบคทีเรียตั้งแต่ 10 กลุ่มขึ้นไป
- ง. จำนวนแบคทีเรียในน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. จำนวนแบคทีเรียในน้ำที่เกินกว่า 2,500 เซลล์ขึ้นไป

11. น้ำดื่มมาตรฐาน ควรมีโคลิฟอร์มอยู่เท่าใด

- ก. 1 เซลล์ต่อน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 1 เซลล์ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 1 เซลล์ต่อน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 1 เซลล์ต่อน้ำ 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. 1 เซลล์ต่อน้ำ 100,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จงใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 12

ตารางแสดงปริมาณแบคทีเรียที่พบในน้ำดื่มต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้อยกว่า 100 โคลโลนี	100 - 10,000 โคลโลนี
น้ำประปา	น้ำกรอง
น้ำอืดลม	น้ำฝน
น้ำกลั่นบรรจุขวด	น้ำแข็งใส่น้ำชา

12. ระหว่างน้ำฝน น้ำประปา น้ำอืดลม น้ำกรอง และน้ำกลั่นบรรจุขวด นักเรียนจะเลือกดื่ม

ในข้อใดเป็นประจำจึงจะเป็นการประหยัดและปลอดภัย

- ก. น้ำฝน
- ข. น้ำกรอง
- ค. น้ำประปา
- ง. น้ำอืดลม
- จ. น้ำกลั่นบรรจุขวด

- [illegible]

34. ถ้าบ้านเมืองใดไม่มีการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธี สิ่งที่น่าจะเกิดขึ้น คือ
- ก. สิ่งแวดล้อมเป็นพิษมากขึ้น
 - ข. ขยะมูลฝอยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น
 - ค. จำนวนประชากรจะลดน้อยลง
 - ง. ช่วยให้เด็กมีรายได้จากการเก็บขยะ
 - จ. จะทำให้พื้นดินบริเวณที่เป็นที่ทิ้งขยะมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
35. ถ้าบ้านนักเรียนอยู่นอกเขตเทศบาลและไม่มีเตาเผาขยะ นักเรียนจะกำจัดขยะอย่างไร
- ก. นำไปทิ้งนอกบ้าน
 - ข. โยนทิ้งลงคลองหรือแม่น้ำ
 - ค. ซุกหลุมไว้สำหรับทิ้งขยะ
 - ง. โยนทิ้งไว้ในบริเวณบ้านของตนเอง
 - จ. กองทิ้งไว้เมื่อขยะแห้งแล้วจึงเผา
36. อุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ นักเรียนจะใช้ทดลองเพื่อศึกษาเรื่องใด กระบอกแตก ๆ อุงพลาสติกแมลงที่ตายแล้ว เปลือกกล้วย ยางรัดของ กระดาษดิน
- ก. สังเกตการงอกของพืช
 - ข. สังเกตการไหลของน้ำ
 - ค. สังเกตการเน่าเปื่อยผุพัง
 - ง. สังเกตความพรุนของดิน
 - จ. สังเกตความเป็นกรด เบสของดิน
37. อุงพลาสติกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าอุงพลาสติกเหล่านี้จะก่อให้เกิดประโยชน์หรือโทษอย่างไรในอนาคต
- ก. ให้โทษเพราะสลายตัวช้ายากแก่การกำจัด
 - ข. ให้โทษเพราะเมื่อนำไปเผาไฟจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ
 - ค. เกิดประโยชน์เพราะเมื่อทิ้งไว้นาน ๆ จะสลายตัวกลายเป็นปุ๋ย
 - ง. เกิดประโยชน์เพราะทำให้เนื้อดินบริเวณนั้นมีปริมาณมากขึ้น
 - จ. เกิดประโยชน์เพราะพลาสติกถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้ยาก จึงไม่เกิดกลิ่นเหม็น
38. ข้อใดไม่ใช่ผลเสียที่เกิดจากการทำลายป่า
- ก. น้ำท่วม
 - ข. ดินแห้งแล้ง
 - ค. มนุษย์ชาติที่อยู่อาศัย
 - ง. ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
 - จ. คุณสมบัติของดินไม่เปลี่ยนแปลง

39. เหตุใดจึงนิยมใช้วิธีการทางชีวภาพในการกำจัดศัตรูพืช
- ก. เสียค่าใช้จ่ายน้อย
 - ข. ไม่ก่อให้เกิดการคื้อยา
 - ค. กำจัดได้ผลอย่างรวดเร็ว
 - ง. เป็นการเพิ่มปุ๋ยให้แก่ดินทางอ้อม
 - จ. ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง
40. รัฐบาลมีนโยบายให้ประชาชนปลูกต้นไม้ตามสถานที่ต่าง ๆ เพื่ออะไร
- ก. เพิ่มปริมาณป่าไม้
 - ข. ประชาชนมีงานทำมากขึ้น
 - ค. บ้านเมืองจะสวยงามมากขึ้น
 - ง. เกษตรกรมีรายได้จากการเพาะกล้าไม้
 - จ. ต้นไม้ช่วยปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น
41. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ดำเนินการแก้ไขปัญหारेื่องภาวะแวดล้อมเป็นพิษ
ขั้นตอนแรกที่นักเรียนคิดว่าควรทำก่อน คือ
- ก. ลดอัตราการเพิ่มประชากร
 - ข. ควบคุมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
 - ค. ส่งเสริมการเกษตรกรรมอย่างกว้างขวาง
 - ง. ออกกฎหมายลงโทษผู้ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
 - จ. เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้ประชาชนทั่วไป
42. เสียงจากแหล่งใดทำให้เกิดผลภาวะของเสียงมากที่สุด
- ก. เสียงคนทะเลาะกัน
 - ข. เสียงดังจากวิทยุโทรทัศน์บ้านข้างเคียง
 - ค. เสียงโฆษณาสินค้าจากรถขายสินค้า
 - ง. เสียงแตรรถยนต์บนท้องถนน
 - จ. เสียงจักรยานยนต์ที่นำใส่กรงท่อไอเสียออก
43. ถ้านักเรียนจำเป็นต้องเข้าไปอยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังมาก นักเรียนจะป้องกันเสียงโดย
เลือกใช้สิ่งใด
- ก. สาลี่
 - ข. ดินน้ำมัน
 - ค. ผ้าผืนหนา
 - ง. ผ้าเช็ดหน้า
 - จ. ยางลบที่ปลายคินสอ

47. ในการทดลองนำน้ำแข็งใส่ในแก้วที่แห้งสนิททั้งไว้สักครู่ ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้อง คือ
- ก. หยดน้ำที่ผิวแก้วมาจากไอน้ำในอากาศ ข. มีหยดน้ำเกาะอยู่รอบนอกของผิวแก้ว
- ค. ไอน้ำได้รับความเย็นจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
- ง. ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะอยู่รอบนอกของแก้ว
- จ. แก้วอาจมีรอยร้าวทำให้น้ำซึมออกมานอกแก้วได้
48. จากการสังเกตโดยนำน้ำและน้ำมันก๊าดใส่ลงไปในถ้วยขนาดเท่ากัน อย่างละ 5 ลูกบาศก์ เซนติเมตร แล้วนำไปวางไว้ใกล้หน้าต่างในวันที่อากาศร้อนจัดหลังจากนั้น 2 - 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าปริมาณน้ำมันก๊าดที่เหลืออยู่ในถ้วยน้อยกว่าปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในถ้วย การทดลองนี้สรุปได้ว่า
- ก. ของเหลวทุกชนิดระเหย ข. น้ำได้รับความร้อนมากกว่าน้ำมันก๊าด
- ค. น้ำมันก๊าดได้รับความร้อนมากกว่าน้ำ ง. ของเหลวระเหยได้ในวันที่อากาศร้อนจัด
- จ. ของเหลวบางชนิดระเหยได้เร็วกว่าของเหลวชนิดอื่น ๆ
- จงใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 49

วันที่	ความสูงของต้นถั่วเขียว	
	กระถางที่ไม่ใส่ปุ๋ย	กระถางที่ใส่ปุ๋ย
5	2.10	2.15
10	2.50	2.80
15	2.90	3.40

49. จากข้อมูลในตารางข้างต้น ข้อใดเป็นเหตุผลที่ดีในการคาดคะเนคำตอบปัญหาที่ว่า ทำไม 5 วันแรก ตัวเชื้อทั้งสองกระถางจึงมีความสูงใกล้เคียงกันมาก
- ก. ดินในกระถางที่ไม่ใส่ปุ๋ยยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่
 - ข. ในระยะ 5 วันแรก อิทธิพลของปุ๋ยยังไม่ปรากฏ
 - ค. รากของต้นถั่วเขียวยังไม่สามารถดูดเอาปุ๋ยไปใช้ได้
 - ง. ในปุ๋ยไม่มีธาตุอาหารที่ต้นถั่วเขียวต้องการ
 - จ. ในระยะ 5 วันแรก ต้นถั่วเขียวไม่ต้องการอาหารจากภายนอก
50. ในการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของวุ้นชนิดหนึ่งด้วยอาหารเพาะเลี้ยง 3 สูตร ปรากฏว่า อาหารสูตรที่ 1 เนื้อเยื่อ เริ่มตายเมื่อเลี้ยงมาได้ 5 วัน อาหารสูตรที่ 2 เนื้อเยื่อไม่มีการเจริญเติบโตแต่ไม่ตาย อาหารสูตรที่ 3 เนื้อเยื่อเจริญอย่างรวดเร็ว สมมติฐานที่ผู้ทดลองคิดว่าน่าจะเป็นไปได้ควรเป็นข้อใด
- ก. เนื้อเยื่อยอดของพืชเป็นส่วนที่เหมาะสมในการทดลองเพาะเลี้ยง
 - ข. ผลการทดลองจะใช้เป็นตัวพยากรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชชนิดอื่นได้
 - ค. เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของวุ้นชนิดนี้ น่าจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสูตรอาหารแต่ละสูตร
 - ง. อาหารสูตรใดสูตรหนึ่งเท่านั้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์วุ้นชนิดนี้
 - จ. ถ้าใช้เนื้อเยื่อส่วนอื่นกับอาหารทั้ง 3 สูตรนี้ ก็จะทำให้ผลเช่นเดียวกัน

ภาคผนวก ง .

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และคะแนนจากการทดสอบ

ตาราง 12 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1.	.48	.30	13.2	26.	.39	.68	14.1
2.	.52	.38	12.8	27.	.37	.18	14.3
3.	.53	.21	12.7	28.	.29	.20	15.2
4.	.75	.21	10.3	29.	.35	.23	14.5
5.	.20	.23	16.3	30.	.71	.38	10.8
6.	.64	.44	11.6	31.	.33	.28	14.8
7.	.48	.39	13.2	32.	.67	.37	11.2
8.	.39	.31	14.1	33.	.73	.25	10.5
9.	.37	.18	14.3	34.	.71	.44	10.8
10.	.46	.35	13.4	35.	.80	.25	9.6
11.	.44	.31	13.6	36.	.65	.40	11.4
12.	.37	.27	14.3	37.	.30	.43	15.1
13.	.53	.26	12.5	38.	.35	.24	14.6
14.	.35	.32	14.6	39.	.37	.18	14.3
15.	.46	.43	13.4	40.	.84	.48	9.1
16.	.57	.38	12.3	41.	.52	.46	12.8
17.	.40	.52	14.0	42.	.67	.45	11.2
18.	.48	.30	13.2	43.	.73	.65	10.5
19.	.65	.40	11.4	44.	.58	.44	12.2
20.	.59	.42	12.1	45.	.49	.27	13.1
21.	.31	.24	15.0	46.	.66	.42	11.3
22.	.35	.23	14.5	47.	.24	.30	15.9
23.	.59	.26	12.1	48.	.48	.46	13.2
24.	.43	.30	13.7	49.	.39	.31	14.1
25.	.64	.51	11.6	50.	.29	.30	15.2

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียน
ของกลุ่มทดลอง

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

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1.	26	30	4	21.	21	28	7
2.	28	35	7	22.	15	28	13
3.	26	27	1	23.	20	32	12
4.	27	24	-3	24.	21	33	12
5.	29	29	0	25.	32	38	6
6.	25	29	4	26.	17	19	2
7.	25	27	2	27.	25	34	9
8.	26	26	0	28.	22	28	6
9.	26	32	6	29.	21	28	7
10.	24	36	12	30.	24	31	7
11.	26	38	12	31.	26	32	6
12.	29	36	7	32.	18	28	10
13.	28	27	-1	33.	27	31	4
14.	26	34	8	34.	24	39	15
15.	23	28	5	35.	26	34	8
16.	21	30	9	36.	21	27	6
17.	16	19	3	37.	27	35	8
18.	20	23	3	38.	26	40	14
19.	26	32	6	39.	25	38	13
20.	26	31	5	40.	19	29	10

ตาราง 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียนของ
กลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1.	33	67	34	21.	82	135	53
2.	35	63	28	22.	80	94	14
3.	45	78	33	23.	32	45	13
4.	29	40	11	24.	54	77	23
5.	46	102	56	25.	36	55	19
6.	34	51	17	26.	62	132	70
7.	17	34	17	27.	24	76	52
8.	55	66	11	28.	40	65	25
9.	19	43	24	29.	48	97	49
10.	59	135	76	30.	48	124	76
11.	21	47	26	31.	54	126	72
12.	49	72	23	32.	60	97	37
13.	25	46	21	33.	40	70	30
14.	26	67	41	34.	50	84	34
15.	22	70	48	35.	38	123	85
16.	47	70	23	36.	11	88	69
17.	41	74	33	37.	60	95	35
18.	51	118	67	38.	49	60	11
19.	46	69	23	39.	51	88	37
20.	37	45	8	40.	36	65	32

ตาราง 16 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียนของ
กลุ่มควบคุม

เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D	เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D
1.	49	108	59	21.	50	61	11
2.	34	66	32	22.	16	57	41
3.	25	67	42	23.	26	60	34
4.	43	74	31	24.	66	100	34
5.	34	82	48	25.	25	48	23
6.	30	84	54	26.	10	57	47
7.	31	41	10	27.	26	47	21
8.	63	91	28	28.	30	52	22
9.	56	75	19	29.	31	66	35
10.	32	63	31	30.	28	79	51
11.	25	48	23	31.	66	100	34
12.	39	95	56	32.	47	101	34
13.	39	84	45	33.	60	115	55
14.	68	84	16	34.	42	90	48
15.	39	54	15	35.	19	60	41
16.	21	59	38	36.	63	106	43
17.	60	106	46	37.	58	67	9
18.	29	67	38	38.	54	99	45
19.	41	78	37	39.	56	81	25
20.	27	57	30	40.	46	51	5

**การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู**

บทคัดย่อ

ของ

ฤดี ประสพศักดิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2529

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย ใช้แบบฝึก การมองเห็นปัญหา กับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ได้มาโดยการสุ่ม จำนวน 80 คน

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัย สำคัญทางสถิติ
2. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้น อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงขึ้น อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มตัวอย่าง แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความ คล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่าง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ
7. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01
8. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01
9. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง แตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA III STUDENTS LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC
CREATIVE THINKING USING PROBLEM IDENTIFICATION EXERCISES AND PROBLEM
DISCUSSION ACCORDING TO THE TEACHER'S MANUAL

ABSTRACT

BY

RUDEE PRASOPSAK

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

November 1986

The purpose of this study was to compare the academic achievement in science, scientific creative thinking, the development of the academic achievement in science and scientific creative through problem identification exercises and problem discussion indicated in the teacher's manual.

The subjects were 80 students who were randomly selected from Mathayom Suksa III, Kaeng Khoi school, at Kaeng Khoi district in Saraburi province, in the 1986 academic year.

The results of this study indicated that

1. The academic achievement in science of the experimental and control groups was not significantly different.
2. The development of academic achievement in science of the experimental group was significantly different at the .01 level.
3. The development of academic achievement in science of the control group was significantly different at the .01 level.
4. The development of academic achievement in science of the experiment and control groups was not significantly different.
5. The scientific creative thinking of experimental and control groups was not significantly different.
6. The component of scientific creative thinking originality, flexibility and fluency in both groups were not significantly.
7. The development of scientific creative thinking of the experimental group was significantly different at the .01 level.
8. The development of scientific creative thinking of the control group was significantly different at the .01 level.
9. The development of scientific creative thinking of the experimental group was not significantly different.