

๕๐๗
๔๔๑
การศึกษาคลลัมฤทธิ์ทางการ เรียนและ แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน
และการพยากรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปราโมทย์ แก้วสุข

87๔7 ๔๔๑ ๔

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญากการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2528

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

158553

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติและคณะกรรมการสอบ ใ้พิจารณา
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....*สมศักดิ์ อรรคไพฑูริ*..... ประธาน
.....*วิมลพร อิ่มทอง*..... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....*สมศักดิ์ อรรคไพฑูริ*..... ประธาน
.....*วิมลพร อิ่มทอง*..... กรรมการ
.....*อ.ดร. อ.ดร. ๑๗*..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความเรียบร้อย โดยได้รับความช่วยเหลือแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิตร สวชนไพบูลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษารองศาสตราจารย์ ดร.สมบุญ อิศพงศ์ กรรมการที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ ท่านอาจารย์ทั้งสามได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนแล้วเสร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" และขอใจนักเรียนชั้น ม.3 ที่ให้ความสะดวกและร่วมมือในการทดลองงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอบคุณอาจารย์สุนันtha แก้วสุข ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

ปราโมทย์ แก้วสุข

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
ความหมายของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	14
บทบาทของ ครูในกระบวนการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้	20
กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	27
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	32
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา	39
การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา	41
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียน	44
งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนกับการแก้ปัญหา	48
งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิดแก้ปัญหา	51
งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา ...	56
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	60

3	วิธีดำเนินการ	62
	ประชากร	62
	กลุ่มตัวอย่าง	62
	วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	62
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	63
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	63
	แบบแผนการวิจัย	67
	วิธีดำเนินการทดลอง	68
	การวิเคราะห์ข้อมูล	69
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
	การวิเคราะห์ข้อมูล	72
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	72
	เปรียบเทียบแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ความจำ ก้านการนำไปใช้ และก้านการติดกันควหาแนวทาง ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	73

การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์	75
การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	77
เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์	78
เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	79
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	82
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	82
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	83
วิธีดำเนินการวิจัย	84

การวิเคราะห์ข้อมูล	85
สรุปผลการทดลอง	86
อภิปรายผลการศึกษากันคว้า	87
ข้อเสนอนะ	94
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	104
ก. ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ และคะแนนจากการทดสอบ	105
ข. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องภาวะแวดล้อม ..	117
ค. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบ วัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	157

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การเปรียบเทียบกิจกรรมการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์	9
2	แบบแผนการวิจัย	67
3	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
4	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	74
5	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	74
6	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	75
7	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	76
8	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	77

9	การเปรียบเทียบความแตกต่างของรายเฉลี่ย (t - test) ของ การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละพฤติกรรม ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	79
10	การเปรียบเทียบความแตกต่างของรายเฉลี่ย (t - test) ของ การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละพฤติกรรม ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	80
11	ค่า p, r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	106
12	ค่า Preference index ของแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	107
13	ค่าตอบแต่ละพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	108
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	109
15	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	110
16	คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	111
17	คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	112
18	คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	113
19	คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	114

20	คะแนนแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	115
21	คะแนนแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้า หาแนวทาง สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	116

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	29
2 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์	31

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็วมีเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย (อนันต์ จันทรกี 2523 : 1) สิ่งเหล่านี้เข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงความคิด วิถีชีวิตและการทำงานของมนุษย์ ตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างกว้างขวาง (สุวัณก์ นิยมคำ 2517 : คำนำ) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่มนุษย์ต้องพยายามเรียนรู้และปรับตัวให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าดังกล่าว (กอสวัสดิ์พิทยชัย 2509 : 4) โดยเฉพาะประเทศไทยนั้นความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำลังมีบทบาทสำคัญต่อสภาวะความก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชาชนอย่างมาก (มังกร ทองสุขี 2521 : 1 - 2)

จากการที่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว วิทยาการและความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย การที่จะถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนได้จดจำทั้งหมดนั้นจึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ และไม่ได้เกิดประโยชน์อันใด อีกทั้งความรู้ทางด้านทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ก็มีใช้ความจริงที่ตายตัวเสมอไปอาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้พัฒนามากขึ้น และแม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะสามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์ได้ (นিকা สะเพียรชัย 2520 : 6)

การเตรียมคนให้ก้าวไปให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก เราจะต้องสร้างคนให้รู้จักคิด ให้รู้จักสร้าง ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูทุกวิชา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูวิทยาศาสตร์จะต้องรับภาระหนัก ในการปลูกฝังสมรรถภาพในด้านการคิด (The cultivation of the rational powers) จะต้องให้เกิดเป็นคนคิดเป็น และคิดเก่ง เพราะถ้าเด็กมีความสามารถเช่นนั้นแล้วก็จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ

ของชีวิตในสังคมอันสลับซับซ้อน และในโลกแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ (สุวัชร นิยมคำ 2517 : คำนำ)

การสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิม ซึ่งเป็นการถ่ายทอดหรือป้อนความรู้ให้นักเรียน โดยตรงเพื่อเร่งให้จบหลักสูตรตามกำหนด นักเรียนเป็นผู้รับฟังและจดจำความรู้ต่าง ๆ การสอนอย่างนั้นเป็นการสกัดกั้นความอยากรู้อยากเห็น และความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียน เพราะครูบอกให้ดู สรุปกฎเกณฑ์ ข้อเท็จจริงหรือแนวคิดเป็นส่วนใหญ่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : 1) การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงไม่ควรเน้นเฉพาะเนื้อหาวิชาเท่านั้น ควรจะให้สอดคล้องกับปรัชญาและวิธีการแสวงหาความรู้ เพราะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หมายถึงความรู้อย่างเดียว แต่รวมถึงกระบวนการที่มีระบบที่จะนำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ (อนันต์ จันทรกี 2523 : 1) นอกจากนั้นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักศึกษาเหตุผล เรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ปลูกฝังให้มีนิสัยในการซักถาม เพื่อสืบสวนหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ยังเป็นคุณสมบัติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้อีกด้วย (เนงนุช วรรณวาทะ 2516 : 1)

สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับพัฒนาการในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วด้วยกัน โดยได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2515 มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่งคือ ปรับปรุงหลักสูตร แบบเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คู่มือครู ตลอดจนการออกแบบอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์การสอนและนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาในหลักสูตร (สุชุม ศรีชัยวัคน์ 2519 : 11 - 13)

การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของ สสวท.นั้นมีการปรับปรุงเนื้อหาสาระ วิธีสอน วิธีการวัดและประเมินผล ตลอดจนอุปกรณ์การเรียนการสอนต่าง ๆ ให้เป็นไปตามหลักการ และเหมาะสมกับสภาพสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ (มานี จันทวิมล 2520 : 9)

ในส่วนที่เกี่ยวกับวิธีสอน สสวท. ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และโยธิน ศรีโสภณ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ 2519 : 23, โยธิน ศรีโสภณ 2524 : 27) กล่าวว่า การเรียนการสอนเป็นความพยายามที่จะพัฒนาบุคคลให้สามารถคิดแก้ปัญหา โดยมุ่งให้บุคคลหาวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีสอนที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความสามารถแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักสังเกต พิจารณา คิดหาเหตุผล รู้จักซักถามและสืบเสาะหาความรู้ หรือแก้ปัญหาด้วยตนเองมิใช่เป็นการสอนเฉพาะที่บอกข้อเท็จจริง และแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนที่ สสวท. เสนอแนะไว้ทั้งในคู่มือครู และแบบเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ไว้แล้วทั้งสิ้น เช่น กำหนดปัญหา วิธีการทดลอง ซึ่งเป็นการกำหนดขั้นตอนและรูปแบบที่แน่นอนไว้แล้ว นักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนก็สามารถค้นพบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ในที่สุด การสอนแบบนี้เป็นการสอนที่กำหนดลักษณะของกิจกรรม (Structured activities) วิธีสอนแบบนี้ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดได้มากนัก (สุวัณห์ นิยมคำ 2517 : 128) นอกจากนั้นถ้าหากได้พิจารณารูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ที่ได้เสนอแนะไว้นั้นก็ยังขาดการเน้นทักษะ การตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่ง ในการที่จะพัฒนาคำถามการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

โยธิน ศรีโสภณ (โยธิน ศรีโสภณ 2524 : 72) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้วยการนำไปใช้มากที่สุด และพบว่านักเรียนเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาค้นคว้าหาแนวทางน้อยที่สุด จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันตามแบบของ สสวท. นั้นมีความเหมาะสมและมีแนวโน้มไปในทางที่จะประสบผลสำเร็จ แต่จะต้องมีการปรับปรุงในบางส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เป็นไปตามหลักการและขั้นตอนอย่างสมบูรณ์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคิดแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

จากปัญหาค้างกล่าว ผู้วิจัยมีความเห็นว่าอาจจะเป็นเพราะการที่กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ยังขาดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในส่วนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถทางสมอง ของนักเรียนบางชั้นตอน โดยเฉพาะชั้นตอนในการอภิปรายเพื่อหาสาเหตุของปัญหา ในอันที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นชั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญ และยังขาดขั้นตอนการ เน้นคำถามพยากรณ์เพื่อหาความรู้ ที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาข้างหน้า ชั้นตอนทั้งสองชั้นตอนดังกล่าวนี้ น่าจะมีผลต่อการพัฒนาพฤติกรรมทางด้านความคิดของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลในการที่จะแก้ปัญหาข้างหน้าต่อไป

จะเห็นได้ว่า ถ้าจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์เพิ่มขึ้นจากรูปแบบเดิมของ สสวท. ในช่วงของการอภิปรายเพื่อค้นหาการทดลองกับการอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป ก็น่าจะช่วยให้พัฒนาความสามารถทางด้านความคิดของนักเรียนได้บ้างพอสมควร

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. เพื่อศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งแยกเป็นค่าน ๆ ดังนี้

2.1 แนวการคิดแก้ปัญหาล้านความรู้ความจำ

2.2 แนวการคิดแก้ปัญหาล้านการนำไปใช้

2.3 แนวการคิดแก้ปัญหาล้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

5. เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

6. เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นการพัฒนารูปแบบของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความคิดของ นักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. การศึกษาค้นคว้านี้จะได้ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพทางด้านความคิดแก่นักเรียน

3. ผลการศึกษาค้นคว้าจะช่วยให้ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องทางด้านการจัดการศึกษา ได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาอันจะเป็น ประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาได้อย่างเหมาะสม

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่จะศึกษามีดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานูมิ" อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียน 405 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มห้องเรียน 2 ห้อง จากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 2 นำรายชื่อนักเรียนทั้ง 2 ห้องที่สุ่มได้มาคละกัน สุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 3 สุ่มโดยวิธีการจับฉลาก เพื่อเป็นกลุ่มทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ และกลุ่มควบคุมซึ่งสอนตามคู่มือครูของสสวท.

3. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนว

การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากการจัดกิจกรรมทั้งสองวิธี ซึ่งมี
ตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน
และการพยากรณ์

3.1.2 การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการสอนครั้งนี้คือ เรื่องภาวะแวดล้อม ซึ่งเป็น
เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 (ว 306) ที่พบในตัวเอง และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยเรียนมาก่อน

5. ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมที่สำคัญ
คือ การอภิปราย การถามตอบ และการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1.1.1 อภิปรายปัญหา

1.1.2 อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลอง

1.1.3 อภิปรายวิธีทดลอง

1.1.4 อภิปรายข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

1.2 ขั้นตอนการทดลอง ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

1.3 ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง นำผลที่ได้จากการทดลองมารวบรวมกัน
อภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ หมายถึง การสอนโดยจัดกิจกรรมเหมือนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.ทุกประการ แต่เน้นกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 ขั้นตอนการทดลอง
 - 2.1.1 อภิปรายปัญหา
 - 2.1.2 อภิปรายสาเหตุของปัญหาเพื่อตั้งสมมติฐาน
 - 2.1.3 อภิปรายการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - 2.1.4 อภิปรายข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง
- 2.2 ขั้นตอน ทำการทดลองตามข้อ 2.1.3
- 2.3 ขั้นตอนการหลังการทดลอง
 - 2.3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุป
 - 2.3.2 อภิปรายเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
 - 2.3.3 สรุปผลที่ได้เป็นความรู้ใหม่
 - 2.3.4 นำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าต่อไป

การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ มีข้อแตกต่างกัน โดยสรุปได้ดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 การเปรียบเทียบกิจกรรมการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.กับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์
1. ขั้นตอนการก่อนการทดลอง 1.1 อภิปรายปัญหา 1.2 อภิปรายจุดประสงค์ ของการทดลอง 1.3 อภิปรายวิธีทดลอง 1.4 อภิปรายข้อควรระวัง ในขณะทำการทดลอง 2. ขั้นทดลอง ทำการทดลอง ตาม ที่ได้ในแบบเรียน 3. ขั้นตอนการหลังการทดลอง นำผลที่ได้จากการทดลองมา สรุปเป็นความรู้ใหม่	1. ขั้นตอนการก่อนการทดลอง 1.1 อภิปรายปัญหา 1.2 อภิปรายสาเหตุของปัญหาเพื่อตั้ง สมมติฐาน 1.3 อภิปรายการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน 1.4 อภิปรายข้อควรระวังในขณะทำ การทดลอง 2. ขั้นทดลอง ทำการทดลองตามข้อ 1.3 3. ขั้นตอนการหลังการทดลอง 3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุป 3.2 อภิปรายเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน 3.3 สรุปผลที่ได้เป็นความรู้ใหม่ 3.4 นำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้พยากรณ์ เหตุการณ์ข้างหน้าต่อไป

3. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้จากประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎเกณฑ์และหลักการ ข้อความที่จะเป็นสมมติฐานต้องบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

4. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จนเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 14)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องภาวะแวดล้อม โดยวัดได้จากความสามารถในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้และการคิดที่บุคคลเลือกใช้ในการแก้ปัญหา มี 3 แบบ คือ

6.1 แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ หมายถึง การแก้ปัญหาโดยการใช้ข้อมูล ข้อเท็จจริง ศัพท์ทางวิชาการ และความรู้ที่ได้ศึกษาไปแล้ว นำมาใช้แก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมการระลึกได้

6.2 แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้ หมายถึง การแก้ปัญหาโดยการนำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป แต่เป็นเรื่องที่อยู่ในสาขาเดียวกัน

6.3 แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง หมายถึง การแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความจริง คัดจากคำบอกกล่าว หรือข้อมูลที่ได้รับ หรือเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ใหม่ หรือเป็นการตั้งสมมติฐานซึ่งสามารถนำไปทดลอง พิสูจน์ได้

แนวการคิดแก้ปัญหาทั้งสามลักษณะดังกล่าว สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็นหัวข้อ
ดังต่อไปนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. บทบาทของครูในกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
7. การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา
8. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนกับการแก้ปัญหา
10. งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา
11. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่มีบทบาท
สำคัญมากในการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้นำในการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียน
การสอนในต่างประเทศนั้น ได้แก่ ซุกแมน (Richard Suchman) โดยได้ตั้งโครงการวิจัย
เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นที่มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา ในปี
ค.ศ. 1961 (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 43) ซึ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง สำหรับประเทศไทยเรานี้ได้นำเอาวิธีสอนแบบนี้เข้ามาสู่

วงการศึกษาคือคนแรกคือ วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้ตั้งโครงการวิจัยการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นในประเทศไทย โดยได้รับความสนับสนุนจากมูลนิธิเอเชีย ในช่วงปี พ.ศ. 2513 - 2514

ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้น เพื่อพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้น สสวท. ได้นำวิธีการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน (มานี จันทวิมล 2520 : 9)

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซันด์ (Sund. 1967 : 62 - 65) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ไว้ 2 ประการด้วยกัน คือ

1. ความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น (Problem - solving approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการตั้งคำถามอย่างถาวรเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการ แยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาพิงอย่างชัดเจน ประคิษฐ์คิดค้น ที่ความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาด สามารถทดสอบได้ และการสรุปอย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - solving approach) โดยระบุ

ลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

สุวัณห์ นิยมคำ (สุวัณห์ นิยมคำ 2517 : 125) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่ยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้เอง ซึ่งได้คำตอบเหมือนกับที่ครูบรรยายหรือเหมือนกับที่เขียนไว้ในหนังสือตำรา

โสภี วงศ์ทองเหลือ (โสภี วงศ์ทองเหลือ 2520 : 27) ได้กล่าวถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด เช่น ให้นักเรียนทำการทดลอง แปลความหมายออกแบบการทดลอง มีการซักถามโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน โดยที่ครูพยายามบอกนักเรียนให้น้อยที่สุด ท้าทายเป็นผู้นำแนะแนวทางมิใช่ผู้ชี้แนวทาง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้ความสามารถของตนเอง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือกระทำทดลอง เพื่อคิดค้นหาคำตอบ โดยครูเป็นผู้คอยช่วยให้นักเรียนเกิดความสงสัย ใ้ครวญากฎหรือหาเห็นซักถามในข้อสงสัยที่เกิดขึ้น เป็นการปลูกฝังและสร้างนิสัยความเป็นคนช่างคิด และรู้จักแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนที่จะช่วยพัฒนารูปแบบและแนวทางการคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างมาก

กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซุกแมน (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 43 - 45 อ้างอิงมาจาก Suchman. 1961) ได้จัดโครงการวิจัยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นในปี ค.ศ. 1961 ที่มหาวิทยาลัยบิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา โดยเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งนับว่าเป็นก้าวสำคัญในระยะแรกเริ่มของการศึกษาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนของ ซุกแมน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ครูสร้างเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกันในหลักการ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างการรับรู้ และความคิดเห็นเดิมกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ทำให้นักเรียนเกิดความกระหายที่จะสืบค้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ซักถาม นักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อซักถามครู โดยจะต้องตั้งคำถามนั้นให้อยู่ในรูปที่จะตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น การที่กำหนดให้ถามเช่นนั้นเพื่อให้การสืบเสาะหาความรู้เป็นไปอย่างอุปมาน (Induction) ให้มากที่สุดที่จะทำได้

นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้รวบรวมข้อมูลโดยการถาม ซึ่งเป็นการบังคับให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงอุปมานและนักเรียนจะทำการทดสอบสมมติฐานหรือทฤษฎีโดยการทดลองด้วยคำพูดเป็นส่วนใหญ่ ครูไม่จำเป็นต้องจัดหาวัสดุมาให้ นักเรียนได้ทำการทดลองเพิ่มเติม เพราะถ้าให้นักเรียนได้ทำการทดลองจริง ๆ เวลาส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปในการทดลอง ทำให้เวลาที่เน้นในการคิดน้อยลง

ขั้นที่ 3 วิจัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยคำถาม ขั้นนี้ครูจะช่วย
 วิจารณ์ว่านักเรียนควรจะปรับปรุงการถามอย่างไร บางครั้งครูจะเปิดโอกาสโดยให้
 เครื่องบันทึกเสียงให้นักเรียนได้ฟังคำถามของตนเอง แล้ววิจารณ์ว่าตอนใดไม่เหมาะสม
 และควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

Goldmark (1966 : 13 - 15 citing Costa) ได้ให้คำ
 อธิบายเกี่ยวกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมของซุกแมนไว้ว่า เพื่อให้ นักเรียน
 สามารถนำและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูจะต้องจัดเตรียมบรรยากาศและ
 สถานการณ์ที่จำเป็น วางโครงสร้างของกระบวนการ จัดลำดับ และช่วยให้นักเรียน
 ประเมินผลกระบวนการ ดังนั้นครูจึงเป็นเสมือนผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกและนักเรียนเสมือน
 ผู้ดำเนินการรายการการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเห็นว่าเมื่อนักเรียนเป็นอิสระจาก
 ความกดดัน มีสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสังคมที่อำนวยความสะดวกการทำงาน นักเรียนก็จะสามารถ
 ดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ไปด้วยดี และขั้นตอนที่จะติดตามกระบวนการ กระบวนการ
 สืบเสาะหาความรู้ตามโปรแกรมของซุกแมนเป็นกระบวนการ สร้างและทดสอบทฤษฎีโดยผ่าน
 การทดลองและการรวบรวมข้อมูลผลของการฝึกการสืบเสาะหาความรู้จะเปลี่ยนนักเรียน
 จากผู้บริโภคความรู้ ไปสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค นักเรียนจะเป็นทั้งผู้ที่สามารถใช้
 ประเมิน และสรุปทฤษฎีได้อย่างมีเหตุผล จุดมุ่งหมายซึ่งซุกแมนตั้งไว้สำหรับโปรแกรม
 การสืบเสาะหาความรู้คือ

1. เพื่อเราและสนับสนุนให้นักเรียนติดตามหา ความหมายของสถานการณ์ที่
 กำหนดขึ้น
2. เพื่อสร้างสถานการณ์ให้เป็นไปได้ในการติดตามและเกิดผลผลิต
3. เพื่อค้นหาวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนกลายเป็น
 นักสืบเสาะหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพและเต็มไปด้วยจุดมุ่งหมาย แนวทัศน์ในการสืบเสาะ
 หาความรู้ของซุกแมนนี้ จัดเป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยการนำตนเอง (Self -
 directed Inquiry)

โกลด์มาร์ค (Goldmark. 1968 : 51 - 52) ได้เสนอยุทธศาสตร์การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เอาไว้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณาปัญหา ครูเสนอปัญหาใดปัญหาหนึ่งให้นักเรียน ปัญหาที่ครูนำมานี้อาจเป็นปัญหาที่แสดงความขัดแย้งไม่พอใจ หรือปัญหาความยุ่งยากต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 เลือกแนวทางที่ที่ดีที่สุด หลังจากในชั้นได้ช่วยกันรวบรวมผลที่จะเกิดขึ้นได้แล้ว ครูจะให้นักเรียนช่วยกันลงความเห็น อาจจะให้นักเรียนลงความเห็นด้วยการยกมือ หลังจากนั้นครูจะให้นักเรียนพิจารณาเหตุผลหรือเกณฑ์มาตรฐานที่สำคัญที่สุดในการเลือกของเขา

ขั้นที่ 3 พิจารณาคานิยมและสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลที่นักเรียนเลือกในขั้นนี้ ประเด็นสำคัญจะอยู่ที่การพิจารณาเหตุผลของนักเรียน นักเรียนจะรวบรวมรายการข้อสมมติฐานที่อาจใช้ในการเลือกแนวทางนั้น หลังจากนั้นนักเรียนได้แจกแจงสมมติฐานต่าง ๆ แล้วครูจะให้นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานเหล่านั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ มีโอกาสใดบ้างที่มันจะเกิดขึ้น นักเรียนรู้ได้อย่างไร นักเรียนที่เห็นด้วยหรือไม่ จากนั้นนักเรียนในชั้นก็จะได้ออกถกแถลงร่วมกัน ครูจะให้นักเรียนพิจารณาว่าในสมมติฐานเหล่านั้นแสดงให้เห็นถึงคานิยมของนักเรียนอะไรบ้าง

ขั้นที่ 4 สืบสวนสอบสวนเพื่อค้นหาคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนจะระบุวิธีการแก้ปัญห และตรวจสอบเหตุผลหรือเกณฑ์มาตรฐานในการเลือกทำเช่นนั้น นอกจากนั้นนักเรียนในชั้นจะตรวจสอบสมมติฐานที่จะสนับสนุนเหตุผลของนักเรียนด้วยและตรวจสอบว่าสมมติฐานเหล่านั้นสะท้อนให้เห็นคานิยมอะไรบ้าง ในขั้นนี้ครูจะชี้ทางนักเรียนในการวิเคราะห์กระบวนการสืบสวนสอบสวนดังนี้ เช่น นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างไร นักเรียนใช้เครื่องมือและทักษะการตัดสินใจอะไรบ้าง เป็นต้น

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2521 : 21 - 22) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2513 โดยให้ชื่อเรียกว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และได้เสนอวิธีการสอนซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังกัปแนวทาง (สน) คือ ขั้นที่ครูปูพื้นความรู้พร้อมให้นักเรียนทั้งในค่าน ความรู้และการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนกระหายใคร่จะแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 2 สังเกต (ส) คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่ง ส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้ นักเรียนฝึกการวิเคราะห์

ขั้นที่ 3 อธิบาย (อ) คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือหาสาเหตุ ของปัญหาข้อเท็จจริงในรูปของการใช้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี การคิด แบบมีเหตุผล การฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุหรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

ขั้นที่ 4 ทำนายและทดสอบ (ท) คือ ขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์ คำอธิบาย หรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผล ตลอดจน การทดสอบสมมติฐานนั้น

ขั้นที่ 5 ควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค) คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนเอา หลักการ กฎเกณฑ์และวิธีแก้ปัญหาค้นพบไปใช้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิด การควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกตัวมนุษย์

ทุกขั้นตอนที่กล่าวมานี้ ครูใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในการสอน และเร้าให้นักเรียน ถามคำถามเพื่อการสืบเสาะหาความรู้เป็นขั้น ๆ จนสามารถค้นพบความจริง

✓ บุญยศ ดวงมาลา (บุญยศ ดวงมาลา 2523 : 65 - 66) ได้เสนอขั้นตอน ของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ขั้นนี้ครูจะจัดสถานการณ์ กิจกรรม หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อใจขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่ง จะเป็นขั้นนำให้นักเรียนสืบเสาะหาข้อไปว่าอะไรคือที่มาของปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายได้ อย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณาสภาพของปัญหา เพื่อให้นักเรียนรู้จักตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในตอน

ขั้นที่ 2 สำรวจ ค้นหา หรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียน จะค้นหาเหตุผล หาข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนอาจจะต้องใช้วิธีการ

หลายวิธีรวมทั้งสอบถามจากครูด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหาโดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นจะต้องตอบปัญหาโดยไม่มีการหลีกเลี่ยง ให้ใช้วิธีทดลองให้ดู หรือใช้วิธีรูกคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติได้แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้ เพื่อโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นความรู้ต่อไป

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นมโนคติหรือหลักการต่าง ๆ ได้แล้ว ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าสิ่งที่นักเรียนสืบเสาะได้นั้น จะนำไปใช้ได้อย่างไร หรือจะนำไปผสมผสานกับความรู้อื่น ๆ ที่เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 118 - 119) ได้แบ่งขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาที่นั้น การนำเข้าสู่บทเรียนนี้ทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่ว่าผู้สอนจะเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่ในแบบเรียนหรือคู่มือครูได้มากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะว่าสถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ถึงดูความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบทดลองที่ต้องการได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้ต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องกันและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเน

คำตอบที่อาจเป็นไปได้ (สมมติฐาน) ในที่สุด คำตอบที่อาจเป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลอง โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิค และขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำ และช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่มเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องได้ เราอาจใช้ตารางบันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาก่อนมาใช้อภิปรายเพื่อนำสรุปผลต่อไป โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการทดลองโดยตรง

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อ ๆ ไป

จากแนวคิดต่าง ๆ ดังได้กล่าวแล้วนั้น เราจะเห็นว่ากระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่วนใหญ่แล้ว จะมีขั้นตอนของกระบวนการสอนที่เสนอไว้ในแนวเดียวกันคือ เริ่มตั้งแต่ปัญหา อาจจะเป็นปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดหรือครูเป็นผู้ยั่วยู่ให้นักเรียนเป็นคนคิดขั้นตั้งสมมติฐาน การทดลองและขั้นสรุปผลการทดลอง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้นักเรียนอาจจะทำเองทั้งหมด หรือทำบางกิจกรรมโดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

บทบาทของครูในกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ 2513 : 33 – 34) กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูมีบทบาทในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
2. ครูเป็นผู้เสริมแรง เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชม และช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำถามให้กระจ่างมากยิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถาม เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. ครูเป็นผู้แนะแนวและผู้กำกับ ครูจะเป็นผู้แนะแนวทาง เพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน จัดบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สุวัฑน์ นิยมคำ (สุวัฑน์ นิยมคำ 2517 : 127) ได้กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ครูควรมีบทบาท 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถาม คือจะต้องรู้ว่าถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำและถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิดนาน ๆ ครั้นครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง พึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้คือนักถาม แต่ไม่ใช่ให้นักตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้ว ให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และให้นักเรียนยังนึกวิธีการไม่ได้ครูอาจเลวตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไปนักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักเรียนนั้น

สสวท. (สสวท. 2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนเรื่องนั้นได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้น เพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและร่วมอภิปรายทุกคน โดยการนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ถ้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรจะต้องชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา ฉะนั้นอาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูจะได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอจึงค่อยสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็น หรือใช้ในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการ จึงจะทำให้การดำเนินบทบาทของครูในการสอนประสบผลสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็น ได้แก่

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจในปัญหา อยากรู้คำตอบ เกิดความสงสัย นักเรียนเป็นผู้มองปัญหา เกิดความสงสัย อยากรู้คำตอบ 2. ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	1. การชักจูงใจ (โดยการถาม การสร้างสถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวนให้สงสัย) 2. การใช้คำถามตามลำดับความคิดของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐาน ให้ออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปรให้นำความรู้ไปใช้)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
3. เมื่อนักเรียนคิดชักคองใจ ครูไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ย่นคำถามของนักเรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อโดยการถามย้อนหรือชักใช้ไล่เลียง นักเรียนคิดลึกซึ้งจะเอืยคขึ้นในลักษณะที่วิเคราะห์เหตุผลด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถสื่อความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	3. การตอบคำถามโดยการย้อนกลับหรือชักใช้ไล่เลียง (ถามให้ใจความชัดเจน ให้ขยายความ ให้แสดงเหตุผลให้แสดงหลักฐาน)
4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสนักเรียน และนักเรียนคนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนคิดต่อและฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4. การเสริมพลัง (โดยให้รางวัลหรือท่าทาง) แสดงการยอมรับการกระทำของนักเรียน การถวามชม การแสดงความสนใจกระตือรือร้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเหลือสิ่งทีนักเรียนกำลังกระทำอยู่ให้ถูกต้อง
5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือเป็นไปได้ คำตอบที่นักเรียนต้องใช้เกณฑ์ของ	5. การใช้คำถามแบบกว้าง มีคำตอบได้หลายอย่างและที่ตองใช้เกณฑ์ของนักเรียนเอง หรือเกณฑ์ที่วางไว้ตัดสินในการตอบ

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการ สอน
นักเรียนเองหรือเกณฑ์ที่วางไว้ ตัดสิน นักเรียนมีความรู้สึกว่ คำตอบโดยความคิดของนักเรียน เอง ได้รับความสนใจ นักเรียน อยากจะตอบคำถามจากความคิด ประสบการณ์ และความรู้สึกของ นักเรียนเอง โดยไม่กลัวผิด ไม่ ต้องกังวลว่าจะตอบถูกต้องกับตำรา หรือไม่ อยากคิดกว้างขวางขึ้น อยากคิดอะไรใหม่ ๆ มีความคิด สร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ 6. ครูพยายามให้นักเรียนมีความรู้สึก ว่าการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียน ได้มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็น ผู้ตอบคำถามเป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสิน นักเรียนรู้สึกว่ายปัญหานั้นเป็นปัญหา ของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญห และสามารถแก้ปัญหได้ด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นและนับถือตนเอง	6. การเสริมพลัง

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
7. ให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจทำให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ขึ้นและสามารถเก็บรักษาสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)	7. การรอคำตอบ โดยให้เวลาคิดพอสมควร

นาคยา ภัทรแสงไทย (นาคยา ภัทรแสงไทย 2523 : 15 - 16)
ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การพัฒนาบรรยากาศของการยอมรับ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิมที่ครูผูกขาดบทบาทไว้กับตน การสร้างบรรยากาศของการยอมรับในตัวนักเรียนไม่ได้หมายความว่า การปล่อยให้เด็กเรียนมีอิสระเต็มที่จากการควบคุมชั้นเรียนของครู แต่เป็นการสร้างบรรยากาศที่ทำให้เด็กเรียนรู้สึกเป็นกันเอง สบายใจ ไม่หวาดกลัว ให้นักเรียนรู้สึกมีอิสระต่อการแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกและการสำรวจความเชื่อต่าง ๆ

2. อย่าตัดสินใจหรือพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวของครูเอง ในกระบวนการนี้ ครูควรใช้พฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างบรรยากาศของการยอมรับ ครูควรหลีกเลี่ยงการตัดสินใจหรือพิจารณาเกี่ยวกับค่านิยม ตัวอย่าง เช่น การยอมรับคำพูดของนักเรียน ครูควรใช้คำพูดดังนี้ "ครูเข้าใจ" "อาจเป็นอย่างนั้นได้ และขอบคุณมากแล้ว" สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการให้นักเรียนได้ทราบว่าครูรับฟังความคิดเห็นของเขา และไม่จำเป็นที่ครูจะต้องพิจารณาคัดสินความคิดเห็นเหล่านั้น

3. สอบสวนหรือไต่ถามเพื่อให้ได้ความกระจ่าง การใช้ยุทธศาสตร์ของการยอมรับในตัวนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ครูจะต้องรู้จักการไต่ถาม เพื่อให้ได้ความกระจ่าง การยอมรับในคำตอบของนักเรียนโดยปราศจากความเข้าใจ อาจทำให้นักเรียนอื่น ๆ มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนการสอนในชั้นได้

4. หลีกเลี่ยงการผูกคืบเพื่อความรู้หรือปิดการอภิปราย บทบาทของครูจะต้องส่งเสริมการให้นักเรียนมีปฏิกริยาร่วมต่อกัน ช่วยให้การอภิปรายได้ดำเนินต่อไป และหลีกเลี่ยงการความรู้ผลทั้งที่การอภิปรายยังไม่เสร็จสิ้น ครูจะต้องรู้จักนำทางให้เกิดคำถามอื่น ๆ อีก จะเป็นการหลีกเลี่ยงการปิดการอภิปรายและเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนมีปฏิกริยาร่วมต่อกัน ครูอาจถามคำถามเกี่ยวกับนักเรียนหลาย ๆ คน เช่น "เอาละนั่นเป็นความคิดเห็นของนิภา คนอื่นละ สมเกียรติ มีความเห็นอย่างไร จงกละ สมพรละ ว่าอย่างไร" ในลักษณะนี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีการอภิปรายต่อไปและทำให้นักเรียนอื่น ๆ มีความกระตือรือร้นขึ้น

5. หลีกเลี่ยงการพูดทวนคำตอบของนักเรียน ครูหลีกเลี่ยงการพูดทวนคำตอบของนักเรียน ครูบางคนชอบพูดทวนคำตอบของนักเรียน บางทีอาจเป็นเพราะเข้าใจว่าการที่ครูพูดสิ่งที่นักเรียนพูดก็เพื่อแก้ไขประโยคหรือสำนวนการพูดให้ถูกต้องอย่างไรก็ตาม ก็ควรพยายามทำให้น้อยที่สุด การพูดทวนคำตอบของนักเรียนควรทำก็ต่อเมื่อต้องการทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนพูดให้ชัดเจนขึ้น แต่ไม่ใช่เป็นการแก้ไขความคิดเห็นของนักเรียน

6. ครูนำทางให้นักเรียนด้วยการตั้งปัญหาและจัดสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ครูอาจสร้างสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งขึ้นมาจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ คำถาม กิจกรรมและงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนเหล่านี้ ล้วนมีจุดหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การสังเกตข้อมูลหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา นั้น และสนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้มากขึ้น เช่นการให้คำจำกัดความการตั้งคำถาม การสังเกต การแยกประเภท การสรุปความ การสอบถามทวนข้อเท็จจริงและการประยุกต์ใช้

จากข้อเสนอแนะของบุคคลต่าง ๆ ดังกล่าวนั้น พอจะสรุปบทบาทของครูในกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้ดังนี้

1. ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียน และเมื่อเขาสามารถทำงานสำเร็จครูจะต้องคอยเสริมแรงให้เกิดขึ้นตลอดเวลา

2. ครูจะต้องเป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรม เพื่อไม่ให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมออกนอกกรอบนอกทาง ฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบทำการทดลองหรือดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน

3. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากจะคิดหาคำตอบของปัญหา

4. ครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำหรือให้ข้อมูลแก่นักเรียน เมื่อเกิดความสงสัยและช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้นักเรียนโดยการบอกข้อเท็จจริง ควรจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ๆ

6. ครูจะต้องไม่ด่วนสรุปข้อสรุปด้วยตัวครูเอง ควรจะเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

7. ครูจะต้องพยายามหาวิธีสอนหลาย ๆ วิธีมาช่วยในการสอนด้วย จะได้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

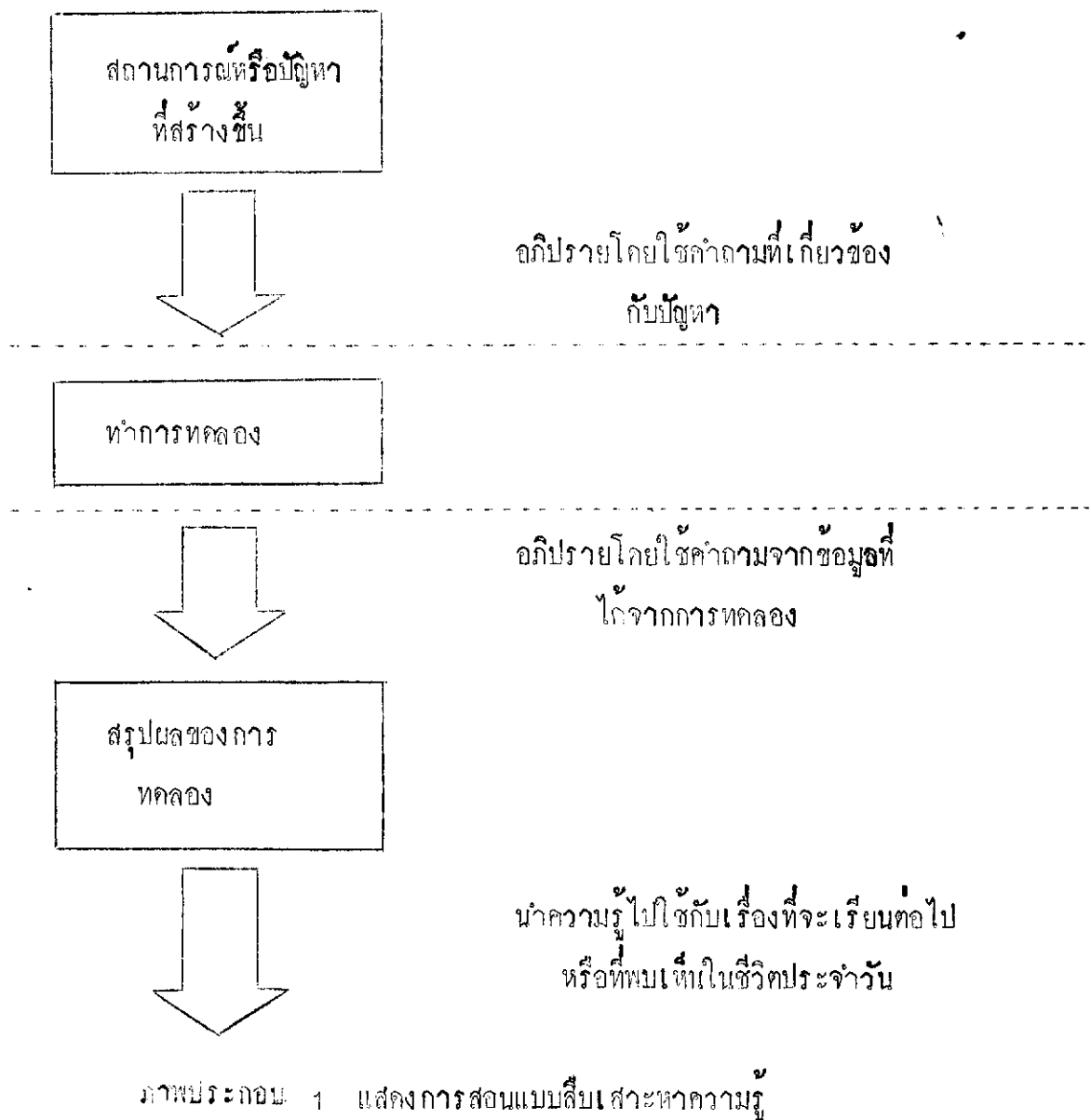
คลาร์ค และสตาร์ฟ (Clark and Starv. 1976 : 224) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยยุทธศาสตร์และกลวิธีการสอนมากมาย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีศูนย์กลางอยู่ที่การให้นักเรียนได้ค้นพบข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง

สสวท. และคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (สสวท. 2518 : 1 - 7 และ อนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 116 - 117)
ได้เสนอรูปแบบในการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีลักษณะสอดคล้องกัน
ดังรายละเอียดต่อไปนี้ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นจำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมที่
สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง (โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น)
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

ดังนั้นในการเรียนการสอนแบบนี้ครูจะต้องเป็นผู้นำอภิปราย โดยตั้งปัญหาเป็น
ลำดับแรก ลำดับต่อไปเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลองและ
ตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทาง
ในจังหวะที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง
กล้าแสดง ความคิดเห็นยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ
และมุ่งมั่น ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ
หาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่าง ๆ
ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้
นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส
ซึ่งทางคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ได้เสนอภาพ
ประกอบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้



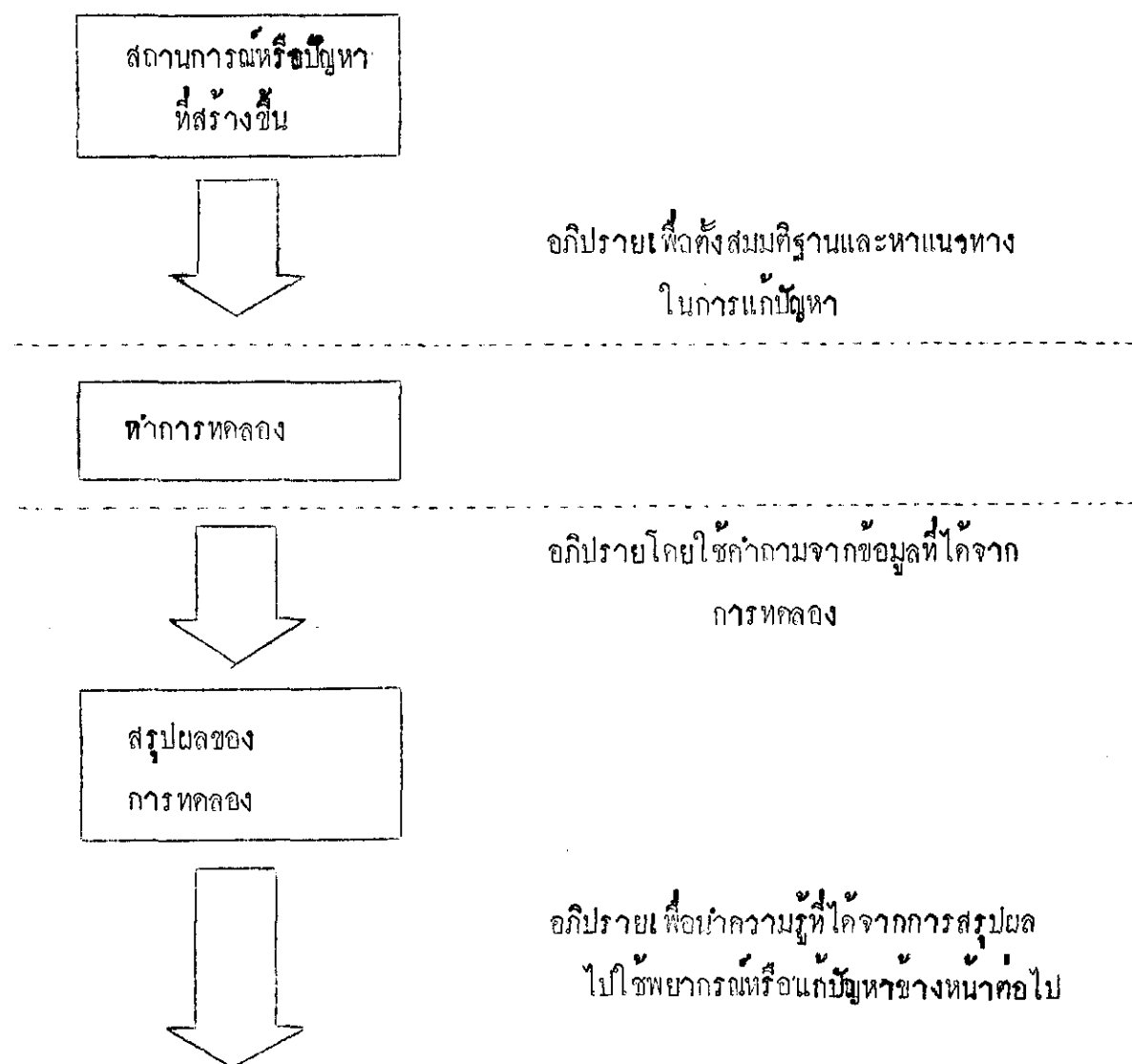
จะเห็นว่ากิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองและข้อมูลที่ไดจากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อ ๆ ไปหรือใช้ในชีวิตประจำวันได้

นาคยา ภัทรแสงไทย (นาคยา ภัทรแสงไทย 2523 : 17) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ครูจำเป็นต้องเตรียม กิจกรรมและยุทธศาสตร์การสอนแบบต่าง ๆ ไว้ให้มาก การนำกิจกรรมต่าง ๆ มาใช้สอน ต้องมีความมุ่งหมาย การเลือกวิธีการสอน การจัดกลุ่มการกำหนดเวลาต่าง ๆ ต้อง ให้อย่างมีเหตุผล การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะให้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น การ ให้นักเรียนรู้จักการตัดสินใจและส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการตั้งคำถาม การช่วยให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้น (เช่น การคาดการณ์ การอ้างอิง การสังเคราะห์ การประเมิน) วิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นยุทธศาสตร์หนึ่งที่มี ประสิทธิภาพ ถ้ารู้จักนำมาใช้ให้ตรงกับความต้องการ

ในวิธีการสืบเสาะหาความรู้จะประกอบด้วยยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ที่สามารถนำมา ใช้ได้ ยุทธศาสตร์เหล่านี้จะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก อย่างไรก็ตามแต่ละยุทธศาสตร์ จะประกอบด้วยลักษณะของการใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมใน ด้านต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การเสนอแนะทฤษฎีหรือหลักการการรวบรวมข้อมูล การพิจารณาตัดสินคุณค่าของทฤษฎีที่สร้างขึ้น ส่วนครูจะทำหน้าที่ในการใช้ยุทธศาสตร์ การยอมรับในตัวนักเรียน ไม่พิจารณาตัดสินความเห็นของนักเรียนและหลีกเลี่ยงการ ครอบงำหรือปิดการอภิปราย ในการใช้ยุทธศาสตร์การสอนแบบใดก็ตามจำเป็นที่ครู จะต้องคำนึงว่า จุดมุ่งหมายของการสอนคืออะไร ต้องการให้นักเรียนมีพัฒนาการในทักษะ ด้านใดบ้าง ครูจะดำเนินการสอนเป็นขั้นตอนอย่างไร เพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย ดังกล่าวและครูจะเริ่มดำเนินการสอน ณ ที่ใด อย่างไร กับนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่มีความ แตกต่างกัน

จากแนวคิดและวิธีการดังกล่าวข้างต้น เราสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมหลักสองอย่างคือ การอภิปรายและ การทดลอง ตามความถนัดเห็นของผู้วิจัยน่าจะได้เพิ่มกิจกรรมในการอภิปราย ซึ่งถือว่าเป็น ส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะได้พัฒนาในเรื่องของความคิดให้มากขึ้น โดยเฉพาะ

การอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหา และการนำเอาความรู้ที่ได้จากการสรุปผลไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์หรือปัญหาข้างหน้าต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากแนวคิดของคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบข้อนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มีนักการศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวความคิดและรูปแบบไว้พอสมควร ดังนี้

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science 1970 : 33 - 176) กล่าวว่าในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาแต่ความจริง หรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะได้เรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (Basic process skill) และทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skill) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใด ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะได้วัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกันสัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งขึ้นอยู่กับเกณฑ์ใช้

5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิดความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using space time relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งในที่นี้มีมิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่างสมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

7. การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกตหรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skills) แบ่งทักษะออกเป็น 5 ทักษะดังนี้

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกได้ว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีการสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying controlling and manipulating variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม และการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data processing and interpreting) การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตาราง ข้อความ ข้อความถึงตารางหรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงประมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โอเคย์ และฟิลด์ (Okey and Field. 1973 : 1 - 10) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent or manipulated variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent or responding variables) หรืออะไรเป็นเหตุก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a table of data) หมายถึง ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากการทดลองและจากข้อความได้

3. การเขียนกราฟ (Construction a graph) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟจากคำอธิบาย หรือจากผลการทดลองได้

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing relationship between variables) หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Acquiring and processing your own data) คือ ความสามารถในการทำการรวบรวมและเก็บข้อมูลสร้างตารางข้อมูลเขียนกราฟอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์ขั้นตอนการทดลอง (Analyzing investigation) คือ ความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง การบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบได้เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing hypothesis) คือความสามารถที่จะคาดคะเนผลที่เกิดเมื่อกำหนดตัวแปรให้ หรืออาจกล่าวได้ว่าสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining variable operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการคือการกำหนดลงไปว่า จะจัดตัวแปรอิสระและตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

- 9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
- 9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
- 9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามสมมติฐานที่ได้วางไว้

พจน สะเพียรชัย (พจน สะเพียรชัย 2517 : 49) ได้กล่าวว่า ความหมายของวิทยาศาสตร์มี 2 ประการ คือ เป็นความรู้ที่เชื่อถือได้และเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่เชื่อถือได้ ดังนั้นผู้ที่ได้ชื่อว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรเป็นผู้ที่มีทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นผู้ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะทำให้คน ๆ นั้นสามารถแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้เสมอ

✓ อนันต์ จันทะทวี (อนันต์ จันทะทวี 2523 : 4) ได้กล่าวว่า มีนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หลายท่านต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการศึกษา ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบรวมที่สำคัญของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง อีกทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความจริงที่เรียนมายัง เป็นสิ่งที่มีค่าสูง เพราะนักเรียนสามารถนำไปใช้และจัดกระทำกับข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนไปแล้ว

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์
ทบวงมหาวิทยาลัย (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน
วิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์
เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นวิธีการหนึ่งที่ได้มา
ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎ
ในขณะที่ทำการทดลองค้นคว้าทดลองมีโอกาสดีกฝึนทั้งในกาปฏิบัติและพัฒนาความคิด
ไปด้วย เช่น การฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น

ทั้งสมมติฐานและทำการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝน ความนึกคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น

13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปเลย

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด ใช้เครื่องมือนั้น ๆ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว และสามารถอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิด ค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หารและหาค่าเฉลี่ยไปเรื่อย ๆ

4. ทักษะจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนกสิ่งที่จะศึกษานั้น

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตินับกับมิติและมิติกับเวลา มิติ หมายถึง ความยาว ความกว้าง หรือความสูง (หนา) ของวัตถุ ความสามารถในการทักษะนี้มีดังนี้

5.1 วาดรูปสามมิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชั่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูปสองมิติและระนาบสมมาตรของรูปสามมิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูปสองมิติและรูปสามมิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระดานกับเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ คือบอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ของขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีนี้อาจได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป

8. ทักษะการทำนาย คือ การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มีการทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ชั่วคราวนี้ จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

10. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่ เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการที่รวบรวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการทดลอง มาพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล คือความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

จากบทความเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงกล่าวข้างต้นนั้น จะเห็นว่าในการที่เราจะพัฒนาให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มิใช่ที่เราจะต้องมุ่งให้แค่ส่วนที่เป็นข้อเท็จจริงแต่เพียงอย่างเดียว เราจะต้องมุ่งปลูกฝังให้นักเรียนได้มีการพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กันด้วย เพราะถ้าหากกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกพัฒนาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นความรู้นั้นก็พัฒนาตามมาเอง แต่เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคล้ายคลึงกับแต่ละประเภทและแต่ละประเภทก็จะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะและความสามารถแตกต่างกันไป ซึ่งผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะพัฒนาพฤติกรรมทางความรู้และความคิดเป็นหลัก ดังนั้นจึงเลือกเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะเท่านั้น เข้ามาเกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์

แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญห

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหไว้พอสรุปได้ดังนี้

บอร์น เอกสตรัน และโดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand and Dominoski. 1971 : 44) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสวงหาความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

อายร์เซิง, วูซเบอร์ก และเบิร์น (Eysenck, Wurzburg and Berne 1972 : 44) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่าเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้อง

อาศัยความรู้ในการพิจารณา สังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหา รวมทั้งต้อง
ใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

กู๊ด (Good, 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์
ก็คือการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกู๊ดได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาคือเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่ง
อยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้
ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การ
ควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐาน
นั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

บุญเลี้ยง พลอาวูช (บุญเลี้ยง พลอาวูช 2511 : 45) ได้กล่าวว่าการ
แก้ปัญหาคือการเปลี่ยนแปลงแบบแผนของพฤติกรรมของตนให้หลุดพ้นจากอุปสรรค เพื่อให้
บรรลุจุดหมายปลายทางที่ต้องการ และลักษณะของการแก้ปัญหามี 5 ประการ คือ

1. การแก้ปัญหาคือการกระทำที่มีจุดหมาย การกระทำที่ขาดจุดหมายไม่
นับว่าเป็นการแก้ปัญหา
2. การแก้ปัญหาคือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้แก้ ในแต่ละปัญหามีวิธีแก้
หลายวิธี ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการ
3. การแก้ปัญหาคืออาศัยความรู้แจ้งเห็นจริง หรือความหยั่งเห็น (Insight)
การแก้ปัญหแต่ละครั้งจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อน จึงจะสามารถ
แก้ปัญหานั้นได้ เรียกว่าเกิดความคิดภายในหรือความหยั่งเห็น
4. การแก้ปัญหาคือเป็นการสร้างสรรค์ (Creative) อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาคือ
ได้สำเร็จผู้แก้ย่อมมีสติปัญญางอกงามขึ้น
5. การแก้ปัญหาคือต้องได้ผลตามความมุ่งหมาย

ชม ภูมิภาค (ชม ภูมิภาค 2516 : 56) กล่าวว่า คำว่าการแก้ปัญหาคือ
เป็นสิ่งที่มีความหมายกว้างมาก รวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่าง ๆ มากมาย พฤติกรรม
ในการแก้ปัญหานั้นจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงาน มีจุดหมายที่จะต้องให้บรรลุเพื่องานนั้น

สวานา พรพินกุล (สวานา พรพินกุล 2522 : 273 - 274) ให้ความเห็นว่า การแก้ปัญหาคือวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และใหม่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐานเพื่อหาข้อยุติ ปัญหาของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน และวิธีการให้เหตุผลก็อาจแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้ หรือขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่มีอยู่

จากแนวคิดของหลาย ๆ คนดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ วิธีการ และขั้นตอนในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายที่คองการ

การเรียนรู้การสอนกับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้น จะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนดีขึ้นได้ ดังเช่น

โกลด์สไตน์ (Goldstein. 1949 : 233 - 239) ได้กล่าวว่า ควรสอนการแก้ปัญหาโดยตรงแก่นักเรียน ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุป และให้เด็กมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

ทอร์นไคค (Thorndike. 1952 : 192 - 216) กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาก็สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหามิในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

เกเจอร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

เกรสเซล (Dressel. 1955 : 418 - 420) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาคเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา การแก้ปัญหาคเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหาคเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การแก้ปัญหาคไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 153 - 155) เห็นด้วยกับโกสตันที่ว่า ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาค

แครอล (Caroll. 1964 : 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาคอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการใ้ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริง ย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคอื่น ๆ ได้

แกริสัน และแมคโดนัล (Garison and Mc Donald. 1966 : 264 - 265) กล่าวว่า ความยุ่งยากในการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์นั้น มีสาเหตุหลายประการ คือ

1. เนื่องจากขาดความรู้ทางสมอง หรือสมองพิการ
2. ไม่เข้าใจปัญหาคที่อ่าน
3. ขาดประสบการณ์ด้านการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำมาสัมพันธ์เป็นสิ่งใหม่
4. ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาคอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ขาดทักษะในการคิดคำนวณ

6. ไม่ได้รับการสอนไม่ดีพอ

7. ขาดแรงจูงใจ

บุญเลี้ยง พลอาวูช (บุญเลี้ยง พลอาวูช 2511 : 37 - 38) ได้เสนอแนวความคิดไว้ว่า การจัดการศึกษาเพื่อจะช่วยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา นั้น โรงเรียนและครูควรจะได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ช่วยขยายและเปลี่ยนแปลงประสบการณ์เดิมของนักเรียนให้กว้างขวางขึ้น โดยช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาวิชา ให้มีทักษะจากการทำแบบฝึกหัดเพื่อจะได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาที่ประสบ

2. ครูต้องใช้วิธีสอนซึ่งจะทำให้ นักเรียนต้องแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอ

3. ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อปัญหา โดยการตั้งปัญหาย่างง่าย ๆ ให้เด็กตอบ

4. ครูฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยตรง และปัญหานั้นควรจะมีจัดให้อยู่ในระดับความพอใจและความสามารถของนักเรียน จึงจะทำให้ปัญหานั้นมีความหมายแก่นักเรียน

5. โรงเรียนควรปลูกฝังทัศนคติที่จำเป็นและสอนวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปได้

6. โรงเรียนควรสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก ในการที่จะสามารถแสดงความคิดเห็น

7. โรงเรียนควรจัดหาข่าวสาร ความรู้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหามาให้นักเรียนอ่าน

8. หน้าที่ของโรงเรียนหรือผู้จัดทำหลักสูตร จะต้องพิจารณาว่าความรู้อะไรสำคัญมาก อะไรสำคัญน้อย โดยถือหลักพิจารณาจากการที่จะสามารถนำไปใช้ช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ประสาธ อิศรปริศา (ประสาธ อิศรปริศา 2520 : 13) ได้แบ่งการเรียนรู้ที่นักจิตวิทยาส่วนใหญ่มีความเห็นพ้องกันนั้น ออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้สิ่งทั่วไป
2. การเรียนรู้ทักษะ
3. การเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้ง
4. การเรียนรู้การแก้ปัญหาและการคิด

ในจำนวนการเรียนรู้ทั้ง 4 ประเภทนี้ การเรียนรู้สิ่งทั่วไปและทักษะจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้ง และการเรียนรู้การแก้ปัญหาและการคิด การเรียนรู้สิ่งทั่วไปจะช่วยพัฒนามนุษย์ให้เกิดความรอบรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์และเนื้อหาวิชาต่าง ๆ การเรียนรู้ทักษะจะช่วยให้เกิดความคล่องแคล่วทางการกระทำ และทำให้ผลการกระทำมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้งจะมีผลต่ออารมณ์ ความรู้สึก และแรงจูงใจ นับเป็นรากฐานของการที่จะพัฒนาคนให้มีความรักใคร่คนกว่าหรือที่จะทำให้เกิดทักษะและสิ่งทั่วไป ส่วนการเรียนรู้การแก้ปัญหาและการคิดจะเป็นรากฐานที่จะพัฒนาคนให้สามารถแก้ปัญหา การปรับตัว และปรุ้งแต่งให้เป็นบุคคลประเภทสร้างสรรค์ (Creative people) ที่สังคมปรารถนา

จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้น พอจะสรุปได้ว่า การเรียนการสอนนั้นนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยอาจจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อเท็จจริง รู้จักวางแผนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ ในอันที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพื่อเป็นการประเมินให้เห็นว่าวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยจึงรวบรวมผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ไว้ดังนี้

คอลลินส์ (Collins. 1969 : 614) ได้ศึกษาแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry model of teaching) กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ไอคิว และเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มรวมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปรายเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองช่วยกระตุ้นให้คิดแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเข้มงวด ตลอดจนพัฒนาการด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดทำขณกัณฑ์ ปัญหาและข้อคำถามที่เกี่ยวกับการตัดสินใจ ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาปัญหาค้นคว้าเอง เมื่อจบการอภิปรายครั้งที่ 4 ทั้งสองกลุ่มทดสอบด้วยข้อปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to inquiry) กับการสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา (Simple inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 46 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ธรรมดา ทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 40 นาที 3 วัน และวันละ 80 นาที 2 วัน เป็นเวลา 1 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โกลารินอย (Clarinoye 1974 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง

(Guided Inquiry) การสอนแบบปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์ โคบีให้
กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียน
เป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน
แบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง (Guided - inquiry discovery
approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามคำรา (Expository - text
approach) ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่ม
ตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน
ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับ
การสอนแบบครูบอกความรู้ตามคำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

✓ สำหรับการศึกษาวิจัยในประเทศไทย สมศักดิ์ สุนทรสุข (สมศักดิ์ สุนทรสุข
2515 : 80 - 84) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียน
เป็นผู้ถาม (Active inquiry) ในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2514 จำนวน
75 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 37 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดย
นักเรียนเป็นผู้ถาม และกลุ่มควบคุม 38 คน ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า
กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05

พยอม คันมณี (พยอม คันมณี 2516 : 89 - 92) ได้ศึกษาบทบาทของ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งต่อการพัฒนาการ คำนวณคลิกลภาพ แรงจูงใจได้

สัมฤทธิ์ ความสำเร็จในการสร้างสังกัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง
133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

× อุทัย ชีวะธนรักษ์ (อุทัย ชีวะธนรักษ์ 2517 : 82 – 87) ได้ทำการ
ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครู
จันทระเกษม ปีการศึกษา 2516 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งสอนแบบเดิม
จำนวน 33 คน และกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้ถาม
(Passive inquiry) จำนวน 34 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✓ สัตยญา ทิพเสนา (สัตยญา ทิพเสนา 2517 : 80 – 88) ได้ศึกษา
เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็น
นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศึกษา ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2516 ของวิทยาลัยครู
จันทระเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน 65 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 32 คน ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุม 33 คน ได้รับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า
กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

✓ ชุตินันท์ บุญฉ่ำ (ชุตินันท์ บุญฉ่ำ 2518 : 110 – 115) ได้ศึกษาผลการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเชื่อมั่นในตัวเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อ
เปรียบเทียบกับผลการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน
74 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม 38 คน ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ยังทำให้ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนสูงกว่าการสอนแบบทั่วไป
ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิชิต แสงลอย (พิชิต แสงลอย 2522 : 39 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สองแบบที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทางหลวงโพธิ์ทอง อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ปีการศึกษา 2522 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้น ส - อ - ค และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแบบ สสวท. ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ขงยุทธ สายคง (ขงยุทธ สายคง 2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.3 โรงเรียนพลังราษฎร์พิทยาสรพ์ อำเภอดำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2526 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในกิจกรรมที่ต่างกันนั้น ผลออกมาพบว่า มีทั้งให้ผลที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ไม่สามารถสรุปได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เป็นวิธีสอนกับการแก้ปัญหาทางคำนวณวิทยาศาสตร์นั้น เท่าที่ผู้วิจัยได้ศึกษากันแล้ว พบว่าส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยของต่างประเทศ ดังที่รวบรวมไว้ คือ

เมอร์ริธ (Meridith, 1962 : 3550 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มี

เพศ อายุ คะแนนความสามารถในการเรียน และคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึง สังกัปกรณ์ของนักเรียน และกลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

หลังจากนั้น มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098 - A) ได้ทำการ ศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการใช้วิธีสอนสองแบบ คือวิธีสอนแบบบรรยาย ประกอบการอภิปราย และวิธีสอนแบบการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหา ได้ผลที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี
2. นักเรียนที่เรียนอ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น
3. นักเรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น
4. นักเรียนทั้งชายและหญิงมีความมั่นใจในการตัดสินใจและมีทัศนคติที่ดี
5. นักเรียนมีความพอใจในความเจริญงอกงามด้านความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชาย

จากการทดลองของมาฮานนั้นแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบวิธีการแก้ปัญหานั้น ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งก็สอดคล้องกับที่ จอห์น (John. 1966 : 994 - 995 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากการใช้วิธีสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 56 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถในการอ่านพอ ๆ กับ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายและสาธิต ให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาค้นคว้าด้วยตัวเอง ครูเพียง

แต่แจกคำแนะนำให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมหลายอย่างให้นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติแล้ว
ก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและเกิดสติปัญญาด้วยตนเอง ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่ม
ทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์วิทยาศาสตร์
และทักษะในการเรียน ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่ม
ควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

ซึ่งผลการทดลองของมาฮาน และจอห์นสัน ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ
แอนเดอร์สัน (Anderson, 1969 : 3332 - A) โดยที่แอนเดอร์สันได้ศึกษาความ
สัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา กับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถ
ในการคิดหาเหตุผลและคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู
3 กลุ่ม กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเป็น
นักเรียนที่จะเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนใหม่ กำลังจะเรียน
วิชาสัมมนาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยที่กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหาเพียง
กลุ่มเดียว การทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม กระทำโดยการแจกข้อความเกี่ยวกับ
ปัญหาวิทยาศาสตร์คนละหนึ่งย่อหน้า แล้วให้นักเรียนอ่านข้อความเหล่านั้น เสร็จแล้ว
ให้เขียนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นและบอกวิธีการของตนเองในการตอบปัญหานั้น โดยคำนึงถึง
วิธีการแก้ปัญหามีกี่วิธี ผลจากการทดลองพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง ไม่ดีขึ้น ถึงแม้จะมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นก็ตาม

สำหรับในเมืองไทย พิสุทธิ บุญเจริญ (พิสุทธิ บุญเจริญ 2522 : 1 - 85)
ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่ม ของ
การสอนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามปกติในวิชา
ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านละทาย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 95 คน
โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 49 คน และ กลุ่มควบคุม 46 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่
เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการ
แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนกับการแก้ปัญหา นั้น เท่าที่สำรวจได้ยังไม่พบเลยว่ามี การสอนที่จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ในรูปแบบต่าง ๆ กัน แต่อย่างใดก็ตามมีงานวิจัยที่ใกล้เคียงกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้บางส่วนที่มีแนวโน้มว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนดีกว่าการสอนแบบอื่น ๆ

งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา

งานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหานั้น เท่าที่ผู้วิจัยค้นคว้าพบว่ามีทั้งงานวิจัย ที่ทำในต่างประเทศ และภายในประเทศ แต่ในประเทศนั้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทาง วิชาวิทยาศาสตร์มีน้อย จึงได้นำงานวิจัยที่เป็นวิทยาศาสตร์มากล่าวรวมไว้ด้วย เพราะ เป็นงานวิจัยที่มีลักษณะและวิธีการที่คล้าย ๆ กัน ซึ่งรวบรวมได้ดังนี้

ฮีธ (Heath. 1964 : 539 - 544) ได้ทำการประเมินผลวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตามโครงการ Physical Science Study Committy (PSSC) โดยสร้างแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ จำนวน 20 ข้อ แยกเป็น 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ การคิดค้นคว้าหาคำตอบ และหลักการพื้นฐาน ซึ่งทั้ง 4 ตัวเลือกล้วนก็เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ในโครงการทดลอง PSSC นี้แบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตร PSSC เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC เป็นกลุ่มควบคุม จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 300 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร PSSC เลือกใช้พฤติกรรมด้านหลักการพื้นฐานและการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC กลับเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และการนำไปใช้มากกว่ากลุ่มที่เรียนตามหลักสูตร

ดอมา ไรท์ (Wright. 1975 : 5180) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาในวิทยาลัย จำนวน 241 คน ที่เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม โดยใช้แบบทดสอบแนวทางการคิดแก้ปัญหาของ เอ็ดวูด (1971) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงขึ้นใหม่ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา 3 ด้าน

คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ผลจากการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนที่เลือกเรียนวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยการคิดค้นคว้าหาคำตอบ มากกว่านักเรียนที่เลือกเรียนทางวิศวกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่เลือกเรียนทางวิศวกรรมเลือกใช้วิธีแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ความจำมากกว่า การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ

ส่วนรับในประเทศไทย แคมป์ และสมบุญณ์ ชิตพงศ์ (Kampe and Somboon, 1975 : 1 - 7) ได้สร้างแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาตามแนวของ เอ็ดวูค โดยใช้นิเอนหวิววิทยาศาสตรหั่วไป จำนวน 30 ข้อ ได้แบ่งพฤติกรรมการแก้ปัญหา เป็น 3 พฤติกรรมกัวยกัน คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใชศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์หั่วไปตามหลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. และนักเรียนที่สนใจศิลปศาสตร เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่สนใจวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหา ด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการสังเกตพบว่าพฤติกรรมด้านการนำไปใช้นั้น เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนเลือกใช้ในการคิดแก้ปัญหามากที่สุด

ต่อมา สมบุญณ์ ชิตพงศ์ (สมบุญณ์ ชิตพงศ์ 2519 : 1 - 145) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินผลการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. การประเมินหลักสูตรในครั้งนี้ ได้ศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกัวย โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 จำนวน 500 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. 235 คน และเรียนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ 265 คน ผลจากการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. และหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาในค่านี้นี้ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณนี้ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณการนำไปใช้สูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ หลักสูตร สสวท. และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณการวิเคราะห์นี้แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนชายเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนหญิง

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2521 : 1 - 37) ได้ศึกษาแนวทางการคิดแก้ปัญหาคำนวณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบของ สมบูรณ์ อีตพงศ์ ซึ่งแยกพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาคำนวณออกเป็น 4 ด้าน คือความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำลังเรียนอยู่ในโรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์ โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม และโรงเรียนบางกะปิ จำนวนทั้งหมด 225 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนชายเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์ที่สูงที่สุด ส่วนนักเรียนหญิงเลือกใช้ด้านความรู้ความจำ สูงที่สุด และทั้งสองเพศเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้ต่ำสุด

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีแนวทางการคิดแก้ปัญหา ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านการวิเคราะห์นั้นนักเรียนชายเลือกใช้มากกว่านักเรียนหญิง

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช (สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช ๒521 : 1 - 57) ได้ศึกษาการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหา ซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จำนวน 30 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนโครงการทดลองหลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. จำนวน 371 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ ของ สสวท. เลือกใช้ วิธีการแก้ปัญหาทางด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณสูงสุด รองลงมาคือด้านความเข้าใจและด้านการนำไปใช้ ตามลำดับ

2. นักเรียนที่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันเลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

โยธิน ศรีโสภ (โยธิน ศรีโสภ 2524 : 1 - 66) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 โดยใช้แบบทดสอบแนวการคิดแก้ปัญหา ซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรมคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ และในการวิจัยยังได้ใช้แบบทดสอบอื่นทดสอบด้วยอีก 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 272 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาค้นการนำไปใช้มากที่สุด รองลงมาคือด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ตามลำดับ
2. นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน
3. นักเรียนกลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูง เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาค้นการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ มากกว่ากลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำ
4. การเลือกใช้นแนวการคิดแก้ปัญหาค้นความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการเลือกใช้นแนวการคิดแก้ปัญหาค้นความรู้ความจำและด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา พบว่า แนวโน้มของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีแนวทางการคิดแก้ปัญหา สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เลือกเรียน และโดยเฉพาะงานวิจัยในประเทศ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร สสวท. มีแนวทางการคิดแก้ปัญหา การนำไปใช้สูงกว่าคนอื่น ๆ และยังแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้แบบของ สสวท. นั้นมีแนวโน้มในการพัฒนาแนวทางการคิดแก้ปัญหาของ นักเรียนในทิศทางที่ดี แต่ก็ไม่มียานวิจัยในเรื่องวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรม แยกออกจากของ สสวท. จึงทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้แบบใดจึงจะทำให้ประสิทธิภาพทางความคิดของนักเรียนดีกว่ารูปแบบ การสอนที่จัดอยู่ในปัจจุบันนี้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการคิดแก้ปัญหาค้นคว้าวิทยาศาสตร์นั้น พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาที่ศึกษากันอยู่มีเพียง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ เท่านั้น ดังนั้นในฐานะที่ผู้วิจัยได้เริ่มงานวิจัยเชิงทดลองขึ้นเป็นครั้งแรกนี้ จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาแนวทางการคิดแก้ปัญหาเพียง 3 ด้าน เหมือนกับงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวทางการคิดแก้ปัญหา

กรอส และ เกเซอร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206) ได้ ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นฉบับหนึ่งเรียกว่า The Balance Problem Test (BPT) ซึ่งแยกพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้าน คือ หลักการกับข้อเท็จจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 39 คน ผลปรากฏว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ฮีธ (Heath. 1964 : 531 - 544) วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาโดยใช้ พฤติกรรมหลักการพื้นฐานและการค้นคว้าหาคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทางบวก

กับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร PSSC ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ และการนำไปใช้ จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตร PSSC มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร

เคมปา (Kempa. 1973) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดแก้ปัญหาวิชาเคมี โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ หลักการ และการคิดค้นว่าหากำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จำนวน 284 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำ มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาคนดะแบบ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

ในทำนองเดียวกันที่ บาร์เน็ต (Barnett. 1974) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยามีแนวโน้มที่เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา ด้านการใช้สูงกว่า ด้านความรู้ความจำ และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา ด้านความรู้ความจำมีค่าเป็นลบ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้มีค่าเป็นบวก

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ในระดับเกรด 5 และ เกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Educational Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สำหรับในประเทศไทย นางนุช วรรณวาทะ (นางนุช วรรณวาทะ 2514 : 1 - 89) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ศึกษาศึกษาชั้นสูง โดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา ซึ่งแยกพฤติกรรมการแก้ปัญหออกเป็น 2 ด้าน คือ การแก้ปัญหา

โดยอาศัยหลักการ และแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งต่อมา จิตนา ราชรองเมือง (จิตนา ราชรองเมือง 2516 : 1 - 88) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่แบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่าข้อเท็จจริง และยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2521 : 8 - 12) ได้ศึกษาแนวทางการคิดแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์สูง กลาง ต่ำ ทั้งสามกลุ่มเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาค้นคว้าวิเคราะห์มากที่สุด และเลือกแบบความรู้ความจำ ความเข้าใจ รองลงมาตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาค้นคว้าความรู้ความจำมากที่สุด และเลือกแบบการวิเคราะห์และความเข้าใจ รองลงมาตามลำดับ และข้อที่น่าสนใจพบว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาค้นคว้าการนำไปใช้ค่าที่สุด

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน มีแนวทางการคิดแก้ปัญหาแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน ยกเว้นด้านความเข้าใจ

3. นักเรียนที่มีแนวทางการคิดแก้ปัญหาแต่ละแบบแตกต่างกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. แนวทางการคิดแก้ปัญหาแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กันในทางลบ และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทางลบด้วย

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช (สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช 2521 : 55 - 57) ได้ศึกษาการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนหลักสูตร สสวท. ผลการศึกษาพบว่า การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างต่ำ และพบว่า ไม่ว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำ เลือกใช้ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

วรรณดี วรรณศิลป์ (วรรณดี วรรณศิลป์ 2522 : 1 - 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โรงเรียน คือ วัดสุทธิวราราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต่อมา โยธิน ศรีโสภา (โยธิน ศรีโสภา 2524 : 1 - 72) ได้ศึกษา
การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง และต่ำ เลือกใช้
แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

2. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาคำนวณความรู้ความจำ การนำไปใช้
และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์

งานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผล
สัมฤทธิ์ทางการ เรียนกับแนวการคิดแก้ปัญหาเท่าที่ค้นคว้ามาได้ พบว่ามีทั้งที่มีความสัมพันธ์
กันและไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนที่มีความสัมพันธ์กันก็มีทั้งทางบวกและทางลบ แต่แนวโน้ม
ของงานวิจัยที่พบส่วนใหญ่แล้วมีความสัมพันธ์ระหว่างแนวการคิดแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทาง
การ เรียนเป็นไปในทางบวก

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานของการ
ศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ไว้ดังนี้

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง
สมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน
แตกต่างกัน

2. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง
สมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ คำนวณความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาแนวทางในแต่ละ
ด้านแตกต่างกัน

3. การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง สมมติฐานและการพยากรณ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตาม คู่มือครูของ สสวท. มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้ง สมมติฐานและการพยากรณ์ เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมากกว่า ด้านการนำไปใช้และด้านความรู้ความจำ และเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้ มากกว่าด้านความรู้ความจำ

6. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือของ สสวท. เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง และด้านความรู้ความจำ และเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ มากกว่าด้าน

วิธีดำเนินการ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูมิ" อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 มีนักเรียน 9 ห้องเรียน จำนวน 405 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูมิ" อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่ม ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มห้องเรียน 2 ห้อง จากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 2 นำรายชื่อนักเรียนทั้ง 2 ห้องที่สุ่มได้มาคละกัน สุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 3 สุ่มโดยวิธีการจับฉลาก เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 6 (ว 306) ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดย สสวท. เรื่องภาวะแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ คือ

1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

1.2 แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอน คำเป็นตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมาย และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา

2. สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. นำแผนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนวิเศษชัยชาญวิทยาคม อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการสอน เช่น ความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละหน่วย แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข

ครั้งที่ 2 ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน โดยนำแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากครั้งแรก ไปทดลองสอนใหม่เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่อีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. วิธีดำเนินการสร้าง

1.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียน คู่มือครู เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.2 สร้างข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร และตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 (ว 306) เรื่องภาวะแวดล้อม

2. การปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบโดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

2.2 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาระดับความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เท ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน - 21 (Kuder - Richardson 21) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8013

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงบนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ข้อ (๐) โรงงานอุตสาหกรรมไม่ควรปล่อยน้ำร้อนหรือสารที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่แม่น้ำทันที เพราะเหตุใด

- ก. จะทำให้อุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน
- ข. ก๊าซออกซิเจนจะละลายน้ำได้น้อยลง
- ค. จะทำให้ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ตายหมด
- ง. จะทำให้แม่น้ำขึ้นเขิน
- จ. จะทำให้น้ำเสียไม่สามารถนำมาใช้ในการกลสิกรรมได้

การสร้างแบบทดสอบวัดแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบตามแนวของ แคมป์ และสมบุญ (Kampe and Somboon, 1975) โดยใช้เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ในหนังสือแบบเรียนเล่มที่ 6 (ว 306) เรื่องภาวะแวดล้อม ซึ่งแบบทดสอบมีลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะของแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

1.1 ตอนนำ (Stem) เป็นการกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่เอื้อต่อการให้นักเรียนคิดหาทางแก้ปัญหา

1.2 ตัวเลือก (Options) เป็นการกำหนดแนวทางการเลือกวิธีการแก้ปัญหา 3 วิธีด้วยกัน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านความคิดค้นคว้าหาแนวทาง โดยที่ตัวเลือกทั้ง 3 ทางก็สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ในตอนนำ

2. การตรวจให้คะแนน ใช้วิธีการตรวจที่ละพฤติกรรม ตัวเลือกที่นักเรียนพอใจมากที่สุด มีค่า 3 คะแนน ตัวเลือกที่นักเรียนพอใจปานกลางมีค่า 2 คะแนน และตัวเลือกที่นักเรียนพอใจน้อยที่สุดมีค่า 1 คะแนน

3. การปรับปรุงแบบทดสอบวัดแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการดังนี้

3.1 ความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหา ให้อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน เป็นผู้ตรวจความถูกต้องด้านเนื้อหา

3.2 ความเที่ยงตรงทางด้านพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา ให้อาจารย์จาก
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา และนิสิตปริญญาโทสาขาพัฒนการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ฝ่ายละ 3 คน เป็นผู้พิจารณาความถูกต้อง
ของพฤติกรรมที่วัดแต่ละด้าน

3.3 การเลือกข้อคำถาม นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
แล้วคำนวณค่า Preference index ที่อยู่ระหว่าง .25 - .40 ตามวิธีของ แคมป์
และดูป (Kempa and Dube. 1973 : 281)

3.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้วิธีการทดสอบซ้ำ
โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัด
อ่างทอง มีช่วงเวลาห่างกัน 7 วัน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 135 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่น
ของแต่ละพฤติกรรม โดยวิธีสหสัมพันธ์อย่างง่าย ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

ค่าความรู้ความจำ 0.6951

ค่าการนำไปใช้ 0.7152

ค่าการคิดค้นคว้าหาแนวทาง 0.7054

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้จะมีแนวการคิดแก้ปัญหา
3 แนวทางด้วยกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าแนวทางใดที่นักเรียนพอใจมากที่สุด พอใจ
ปานกลาง และพื่อน้อยที่สุด จากตัวเลือก ก ข และ ค ที่กำหนดให้ นักเรียนไม่ต้อง
กังวลถึงความถูกหรือผิดอย่างใดทั้งสิ้น เพราะแต่ละตัวเลือกมีความเป็นไปได้ และสอดคล้อง
กับสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ในตอนแรก นักเรียนจะต้องเลือกทุก ๆ แนวทาง
แล้วเขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก ดังนี้

ตัวเลือกที่พอใจมากที่สุด ให้เขียนเลข 3 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ตัวเลือกที่พอใจปานกลาง ให้เขียนเลข 2 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ตัวเลือกที่พื่อน้อยที่สุด ให้เขียนเลข 1 ลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

- ข้อ (๑) ในปัจจุบันนี้ได้เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษอยู่ทั่วไป
- ในอนาคตมนุษย์จะต้องใช้อากาศบริสุทธิ์สำหรับหายใจ
 - ควันจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อากาศเป็นพิษ
 - ควรปลูกต้นไม้มาก ๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาสภาวะอากาศเป็นพิษ เพราะต้นไม้จะดูดกลืนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

กระดาษคำตอบ

ข้อ (๑) ก. ☐ ๑. ☐ ค. ☐

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design ตามแผนผังที่แสดงไว้ในตาราง 2 (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 226)

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X คือ การจัดการกระทำ

$\sim X$ คือ ไม่ได้จัดการกระทำ

- T_1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำทดลอง
- T_2 คือ การสอบหลังจากที่จัดกระทำทดลอง
- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C คือ กลุ่มควบคุม
- E คือ กลุ่มทดลอง

วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน ดังกล่าวมาแล้วในเรื่องการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การกำหนดให้นักเรียนกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการจับฉลาก
2. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่ม โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 18 คาบ ทำการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ
4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม
5. ตรวจสอบผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
2. เปรียบเทียบแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ วิธี Pearson Product - Moment จากคะแนนหลังการทดลอง
4. หาความแตกต่างของพฤติกรรมที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง ของพฤติกรรมแต่ละด้าน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (อังกฤษ สายยศ 2523 : 18)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจากสูตร (อังกฤษ สายยศ 2523 : 36)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. หาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR - 21 ของ คูเกอร์ ริชาร์ดสัน (อนันต์ ศรีโสภา 2521 :
 262)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{X}(n - \bar{X})}{n S_x^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 $n S_x^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

4. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง
 วิทยาศาสตร์ ใช้วิธีสอบซ้ำแล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของพฤติกรรมแต่ละด้าน โดย
 ใช้วิธี Pearson Product - Moment (วิเชียร เกตุสิงห์ 2523 : 34)

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ r แทน ค่าความเชื่อมั่น
 X แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งแรก
 Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งหลัง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

5. การวิเคราะห์ตัวเลือกของแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการ เคมป์ และคูบ (Kempa and Dube. 1973 : 281)

$$\text{Preference index} = \frac{\text{Sum Scores on a particular response}}{\text{Sum Scores for all response in item}}$$

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่ม ค่าพหุคูณจากสูตร (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 96)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	n_2	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	S_1^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1
	S_2^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 2

7. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรในข้อ 4

8. การหาความแตกต่างของการเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาในแต่ละด้านของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้สูตรในข้อ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- N แทน จำนวนนักเรียน
 $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 S^2 แทน ความแปรปรวน
t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้น ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เพื่อศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้น มีสมมติฐานว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	6.00	12.09195	0.71773
กลุ่มควบคุม	30	5.2667	19.22298	

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอน ตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้าน การนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เพื่อศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง นั้น มีสมมติฐานว่ากลุ่ม นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ในแต่ละด้านแตกต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 4 5 และ 6

ตาราง 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	-0.6333	10.55172	-3.52744**
กลุ่มควบคุม	30	3.0667	22.45517	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 4 พบว่า แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ด้านความรู้ความจำของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 5 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้าน
การนำไปใช้ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	-1.3334	9.7885	2.29795**
กลุ่มควบคุม	30	0.63327	12.1850	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 พบว่า แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

ตาราง 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	1.96673	14.9885	3.99755**
กลุ่มควบคุม	30	-2.43336	21.3574	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 พบว่า แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 5 และ 6 ได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. มีแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้
และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับ
แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้าน
การคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะ
การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

จากกลุ่มหมายข้อที่ 3 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้าน การนำไปใช้ และด้านการคิดค้นหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ นั้นมีสมมติฐานว่า การเลือกใช้ แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ทักษะการตั้ง สมมติฐานและการพยากรณ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนว การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้าน การคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		
	ความรู้ความจำ	การนำไปใช้	การคิดค้นคว้าหาแนวทาง
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	-0.0822*	-0.19830**	0.22427**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 7 พบว่า แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้านความรู้ความจำ และด้านการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ใน ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และ .01 ความล้มเหลว และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นหาแนวทาง มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 4 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้นมีสมมติฐานว่า การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		
	ความรู้ความจำ	การนำไปใช้	การคิดค้นคว้าหาแนวทาง
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	0.06039	-0.06816*	0.000989

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 พบว่า แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 7 และ 8 จะเห็นว่าการสอนทั้งสองวิธีนั้นมีผลที่ใกล้เคียงกันทั้งที่เหมือนกันและต่างกันกล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็มีความสัมพันธ์ในทางลบกับแนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้เหมือนกัน และส่วนที่ต่างกันก็คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแนวการคิดแก้ปัญหาด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแต่กลุ่มควบคุมกลับไม่มีความสัมพันธ์ จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการสอนทั้งสองวิธีนั้นมีทั้งส่วนที่ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนเหมือนกันและบางส่วนส่งผลต่อการเรียนต่างกันและผลการวิจัยเรื่องนี้ยังแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการสอนที่กระทำกับกลุ่มทดลอง นั้นส่งผลต่อแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุม

5. เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นหาแนวทางของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

จากจุดมุ่งหมายข้อที่ 5 เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์นั้น มีสมมติฐานว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมากกว่าด้านการนำไปใช้ และด้านความรู้ความจำ และเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านความรู้ความจำ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของรายเฉลี่ย (t - test) ของการเลือกใช้
แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง

แนวทางการคิดแก้ปัญหา	N	$\bar{X}$	S^2	ความรู้ ความจำ	การนำไปใช้	การตัดสินใจ หาแนวทาง
ความรู้ความจำ	30	-0.6333	10.5517	-	0.8502	2.8178**
การนำไปใช้	30	-1.3334	9.7885	-	-	3.6313**
การตัดสินใจหาแนวทาง	30	1.9667	14.9885	-	-	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลจากการวิเคราะห์ในตาราง 9 พบว่า การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้านความรู้ความจำ กับด้านการนำไปใช้แตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ด้านความรู้ความจำ กับด้านการตัดสินใจหาแนวทาง และ
ด้านการนำไปใช้กับด้านการตัดสินใจหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01

สรุปผลการวิเคราะห์จากตาราง 9 ได้ว่า การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน
และการพยากรณ์ ด้านการตัดสินใจหาแนวทางมากกว่าด้านความรู้ความจำ และด้านการนำ
ไปใช้ ส่วนด้านความรู้ความจำกับด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน

6. เปรียบเทียบการเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้
ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการตัดสินใจหาแนวทางของนักเรียนที่ได้รับการสอน
ตามคู่มือครูของ สสวท.

จากกลุ่มหมายข้อที่ 6 เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. นั้นมีสมมติฐานว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง และด้านความรู้ความจำ และเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของรายเฉลี่ย ($t - test$) ของการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละพฤติกรรม ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

แนวการคิดแก้ปัญหา	N	$\bar{X}$	S^2	ความรู้ความจำ	การนำไปใช้	การคิดค้นคว้าหาแนวทาง
ความรู้ความจำ	30	3.0667	22.4551	—	2.2645*	4.5512**
การนำไปใช้	30	0.6333	12.1850	—	—	2.9001**
การคิดค้นคว้าหาแนวทาง	30	-2.4333	21.3577	—	—	—

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 10 พบว่า การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ด้านความรู้ความจำกับด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความรู้ความจำกับด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง และด้านการนำไปใช้กับด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการวิเคราะห์จากตาราง 10 ได้ว่า การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทาง
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. คำนึงความรู้ความจำมาก
 ที่สุด รองลงมาเป็นงานการนำไปใช้ และงานการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ตามลำดับ

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งได้สรุปผลของการศึกษาค้างนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้
 - 2.1 แนวการคิดแก้ปัญหาค้นหาความรู้ความจำ
 - 2.2 แนวการคิดแก้ปัญหาค้นการนำไปใช้
 - 2.3 แนวการคิดแก้ปัญหาค้นการคิดค้นคว้าหาแนวทาง
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์
4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

5. เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

6. เพื่อศึกษาการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ในแต่ละด้านแตกต่างกัน

3. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง มากกว่าด้านการนำไปใช้ และด้านความรู้ความจำ และเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านความรู้ความจำ

6. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง และเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง

วิธีการในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ คือ แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น และแผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องภาวะแวดล้อม เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย 5 ทัวเลือก มีความเชื่อมั่น 0.8013

2.3 แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของ แคมป์ และสมบุรณ์ ชิตพงศ์ โดยใช้เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว 306) เรื่องภาวะแวดล้อม ซึ่งความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละด้านเป็นดังนี้ ด้านความรู้ความจำ 0.6951 ด้านการนำไปใช้ 0.7152 ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง 0.7054

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.2 ดำเนินการทดลอง โดยสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะ การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับกลุ่มทดลอง และสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กับกลุ่ม ควบคุม เป็นเวลากลุ่มละ 18 คาบ

3.3 ทดสอบหลังการเรียน ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการสอบหลังการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับ หลังการทดลอง

2. เปรียบเทียบแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านระหว่างกลุ่ม ทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างหลังการ ทดลองกับก่อนการทดลอง

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิธี Pearson Product - Moment จากคะแนนหลังการทดลอง

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิธี Pearson Product - Moment จากคะแนน หลังการทดลอง

5. เปรียบเทียบแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของนักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์โดยใช้ $t - test$ จากคะแนนความแตกต่างระหว่างหลังการทดลองกับก่อนการทดลอง

6. เปรียบเทียบแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. โดยใช้ t - test จากคะแนนความแตกต่าง ระหว่างหลังการทดลองกับก่อนการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ด้านความรู้ความจำ และด้านการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ แต่แนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน ตามคู่มือครูของ สสวท. ด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง มีความ สัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการกลั่นคว่ำหา แนวทางมากกว่าด้านความรู้ความจำ และด้านการนำไปใช้ ส่วนด้านความรู้ความจำ กับด้านการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เลือกใช้แนวการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการนำไปใช้ และด้านการกลั่นคว่ำหาแนวทาง ตามลำดับ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานข้อที่ 1

ผลจากการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848 - A) พิธิศ แสงลอย (พิธิศ แสงลอย 2522 : 39 - 41) และ ชงยุทธ สายคง (ชงยุทธ สายคง 2527 : 64) ซึ่งให้การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมการสอนต่างกัน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมที่ต่างกันนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมในการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอน ตามคู่มือครูนั้น มีกิจกรรมที่คล้ายกันเพียงแต่นับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ให้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งคณะกรรมการพัฒนา การสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (คณะกรรมการ

พัฒนาการส่วนและผลิตภัณฑ์อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 :

58 - 84) ได้กล่าวว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าหากนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย แต่เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายด้าน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการทำนาย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล ฯลฯ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านต่างก็มีผลต่อการพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียนแตกต่างกันไป ดังนั้น การที่จัดกิจกรรมการสอนที่เน้นแต่ทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการพัฒนาเฉพาะรูปแบบการคิดแก้ปัญหาเท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 2

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097 - 1098 - A) และ จอห์น (John. 1966 : 994 - 995 - A) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมที่ต่างกัน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาค้นคว้าเอง มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ดีกว่า

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่า โดยธรรมชาติแล้วรูปแบบการคิดนั้นมีความคงที่แน่นอนภายในตัวบุคคล และไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนต้องรับรู้มากนัก (Witken et al, 1967) ซึ่งที่จริงแล้วครูจะเป็นผู้ชักนำและกำหนดกระบวนการคิดของผู้เรียน วิธีการที่ครูใช้จึงมีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากกว่าแบบของการคิดใน

แต่ละบุคคลเสียอีก (Glaser. 1970) แสดงให้เห็นว่าการพยายามเลือกหาวิธีที่เหมาะสมในการศึกษาแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลว่าจะใช้กระบวนการคิดแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นว่าได้รับการฝึกฝนอบรมมาอย่างไร เพราะอิทธิพลของการฝึกฝนอบรมที่ต่างกันย่อมส่งผลให้บุคคลมีความแตกต่างกันในการหาวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้นการที่บุคคลหาทางออกในการแก้ปัญหาที่ต่างกันย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพของผลที่ได้จากการแก้ปัญหานั้น ๆ ด้วย และกระบวนการแก้ปัญหานั้น กูด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นการพยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา ต้องมีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐาน มีการรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่ หรือมีสิ่งผิดพลาดอย่างไร

ดังนั้น การที่เราจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ อันเป็นทักษะสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น จึงเป็นการฝึกฝนอบรมให้นักเรียนได้รู้จักหาทางออกในการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนอบรม จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้แนวทางการศึกษาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนทั้งสอง กลุ่มนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์แนวทางการศึกษาแก้ปัญหาด้วยการคิดค้นคว้าหาแนวทางสูงกว่า และด้านความรู้ความจำกับด้านการนำไปใช้ต่ำกว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานข้อที่ 3

ผลการศึกษา พบว่า แนวทางการศึกษาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ด้านความรู้ความจำและด้านการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ และแนวทางการศึกษาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกิจกรรมที่มีทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มากกว่าการสอนตามปกติ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยเฉพาะให้นักเรียนได้ดำเนินการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ซึ่งการเลือกใช้นวัตกรรมในการแก้ปัญหานั้น ออสซูเบล (Ausubel, 1968 : 55) ได้กล่าวไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งที่ทำให้บุคคลแตกต่างกันในการคิดแก้ปัญหามีอยู่ 3 ประการ คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา และความเคยชินเกี่ยวกับเรื่องนั้น
2. การใช้แบบของการคิดที่ไวต่อการแก้ปัญหา และความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธี

แก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

3. คุณลักษณะทางบุคลิกภาพ

ดังนั้น นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ จึงได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคิดขึ้น เมื่อนักเรียนมีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ในส่วนที่เป็นความรู้จึงถูกพัฒนาตามไปด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ จึงมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สมมติฐานข้อที่ 4

ผลการศึกษา พบว่า แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการวิจัยของ โยธิน ศรีโสภา (โยธิน ศรีโสภา 2524 : 62) ที่ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 พบว่า แนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำนวณต่าง ๆ สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์อย่าง ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจจะเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนตามแบบคู่มือครูของ สสวท. นั้นไม่ได้เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและ ทักษะการพยากรณ์ในช่วงอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง การสอนส่วนใหญ่จึงเป็นเพียง เสนอปัญหา บอกจุดประสงค์ของการทดลอง บอกวิธีการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เป็นผู้ปฏิบัติตามตลอดเวลา นักเรียนจึงได้รับการพัฒนาในด้านท ะเลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ ฯลฯ ค่อนข้างมาก ส่วน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการพยากรณ์ ไม่ค่อยได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ฉะนั้นแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในค ำนวณต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. จึงมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนอย่าง ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 5

ผลการศึกษาพบว่า การเลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ คำน uevaความรู้ความจำกับค ำนวณการนำไปใช้แตกต่างกันอย่าง ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค ำนวณความรู้ ความจำกับค ำนวณการคิดค้นควหาแนวทาง และค ำนวณการนำไปใช้กับค ำนวณการคิดค้นควหา แนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่แนวทางการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ค ำนวณการคิดค้นควหาแนวทางมากกว่าค ำนวณการนำไปใช้และค ำนวณความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนค ำนวณความรู้ความจำมากกว่าค ำนวณการนำไปใช้ไม่ แตกต่างกัน ซึ่ง ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ซึ่งเป็นรูปแบบ การสอนที่เน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนได้รับการฝึกฝนในการแก้ปัญหาอยู่

ตลอดเวลา ถึงเหตุผลที่กล่าวมาแล้วในสมมติฐานที่ 2 จึงทำให้แนวการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้น

สมมติฐานข้อที่ 6

ผลการศึกษา พบว่า การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ด้านความรู้ความจำ กับด้านการนำไปใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความรู้ความจำกับด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง และด้านการนำไปใช้กับด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ และด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านการนำไปใช้ ซึ่งผลการวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการจัดกิจกรรมตามรูปแบบที่อธิบายไว้ในสมมติฐานที่ 4 ในลักษณะที่พฤติกรรมของครูในช่วงการอภิปรายก่อนการทดลอง ครูจะเป็นผู้ชี้แนะขั้นตอนของการดำเนินการทดลองเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนไม่ค่อยได้รับการพัฒนาด้านการคิดแก้ปัญหามากนัก ส่วนใหญ่แล้วนักเรียนยังคงใช้พฤติกรรมในด้านความจำในการเรียนอยู่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงทำให้นักเรียนส่วนมากใช้พฤติกรรมด้านความจำในการแก้ปัญหา มากกว่าด้านอื่น และรองลงมาคือด้านการนำไปใช้ ส่วนด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางนี้น้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัยในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าความสามารถทางสมองโดยเฉพาะในเรื่องแนวการคิดแก้ปัญหานั้นมีทางเป็นไปได้ที่เราสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ ดังที่ไฮด์ เบรเคอร์ และมัมฟอร์ด (นงนุช วรรณวาทะ 2514 : 10 อ้างอิงมาจาก Heidbreder. 1928 : 269 และ Mumford. 1937 : 201) ได้ทำการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับวัย การฝึกฝน และประสบการณ์ที่ได้รับนั่นก็คือประสบการณ์จากการฝึกฝนในการแก้ปัญหานั้นจะมีอิทธิพลต่อการคิด และ เกลเซอร์ (Glaser. 1970) ได้กล่าวไว้ว่า ครูจะเป็นผู้ชักนำและกำหนดกระบวนการคิดของนักเรียน วิธีการที่ครูใช้จึงมีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากกว่าแบบของการคิดในแต่ละบุคคลเสียอีก

จากเหตุผลดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนได้รับการฝึกฝนในขณะที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นเรียนจากครูด้วยวิธีการที่ต่างกัน ก็มีผลที่จะทำให้นักเรียนมีรูปแบบการคิดที่แตกต่างกัน ดังที่ สมบูรณ์ ชิตพงศ์ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ 2519 : 22) ได้กล่าวไว้ว่า การพยายามเลือกหาแนวทางที่เหมาะสมในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น ความพอใจจะใช้วิธีหรือใช้กระบวนการคิดแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับว่า บุคคลผู้นั้นได้รับการฝึกฝนอบรมมาอย่างไร อิทธิพลของการฝึกฝนอบรมที่ต่างกัน ย่อมมีผลให้บุคคลมีความแตกต่างกันในการหาวิธีแก้ปัญหาและแน่นอนที่สุด การที่บุคคลหาทางออกในการแก้ปัญหานั้น ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพของผลที่ได้รับจากการแก้ปัญหานั้น ๆ ด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นรวมทั้งผลการวิจัยที่ได้ แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ซึ่งมีรูปแบบการสอนในลักษณะที่เป็นกระบวนการคิดในการแก้ปัญหามากขึ้น โดยที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียน เช่น การร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสาเหตุของปัญหา การร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นต่อไป เป็นต้น ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ฝึกฝนอบรมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยเฉพาะด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางของการแก้ปัญหาลงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีลักษณะการสอนเป็นแบบครูเป็นผู้ชี้แนะขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนดำเนินการกิจกรรมการเรียนตามที่กำหนดให้ ถึงแม้ว่าจะมีการเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาก็ตาม แต่เป็นการแก้ปัญหาคำถามวิธีการที่ครูกำหนดไว้เท่านั้น ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ ถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มว่าจะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

อีกหนึ่งแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีสองฉบับคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้มีลักษณะการให้คะแนนที่แตกต่างกันคือ ตัวเลือกในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละตัวเลือกจะเป็นอิสระต่อกันในการตรวจให้คะแนน แต่ตัวเลือกในแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละตัวเลือกจะไม่เป็นอิสระต่อกัน คือถ้านักเรียนให้คำตอบที่ถูกต้องตัวใดตัวหนึ่งสูง (คำตอบที่ถูกต้องเท่ากับ 3) จะไปมีผลทำให้ตัวเลือกอื่น ๆ มีคำตอบที่ถูกต้องน้อยลง (อาจเป็น 2 หรือ 1) ดังนั้นผลการวิจัยบางข้อจึงพอสรุปได้ดังนี้

1. กลุ่มทดลองจะเห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการกลั่นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ซึ่งจะส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ และด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์กันในทางลบ

2. กลุ่มควบคุม จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ไม่มีความสัมพันธ์กันยกเว้นด้านการนำไปใช้ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและต่อการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู - อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถทางด้านความคิดของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตครูออกไปทำการสอนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นในเรื่องการจัดกิจกรรมการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดอย่างอิสระมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนอบรมในแนวทางที่ถูกต้องซึ่งจะเป็นการพัฒนา รูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.3 ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจะได้นำเอาวิธีการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น โดยลดกิจกรรมที่มีรูปแบบที่แน่นอนในชั้นเรียน และเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะได้มีการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรจะได้มีการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ควรจะได้มีการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับนักเรียนที่มีเจตคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก้อ สวัสดิภาพนิชัย "ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์" รายงานการสัมมนาศึกษานิเทศก์และครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกการพิมพ์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา 2509, 43 หน้า
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2525, 211 หน้า อักสำเนา
- จิตนา ราชรองเมือง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรินฎานิพนธ์ กค.ม วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2516, 70 หน้า อักสำเนา
- ชม ภูมิภาค จิตวิทยาการเรียนการสอน ไทยวัฒนาพานิช 2516, 43 หน้า
- ชุนันท์ บุญจำ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอนแบบทั่วไป ปรินฎานิพนธ์ กค.ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 139 หน้า อักสำเนา
- นงนุช วรชนวตะ ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปรินฎานิพนธ์ กค.ม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 110 หน้า อักสำเนา
- นาคยา ภัทรแสงไทย "ยุทธศาสตร์การสืบสวนสอบสวน มิตรครู วัฒนาพานิช 22 (9) : 15 พฤษภาคม 2523, 66 หน้า
- นিকা สะเพียรชัย "ทำอย่างไรการสอนวิทยาศาสตร์จึงจะสัมฤทธิ์ผล" ข่าวสาร สสวท. 6 : 6 ตุลาคม 2520

บุญเลี้ยง พลาวัช "การเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา" มิตรครู 10 พฤษภาคม-
มิถุนายน 2511

ประสาธ อัครปรีดา ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้ กรุงเทพมหานครพิมพ์
2520, 45 หน้า

ผดุงยศ ดวงมาลา การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2523, 331 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" พัฒนาสังคม 10
โรงพิมพ์เจริญพัฒน์ 2517, 96 หน้า

พยอม คัมภีร์ บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อการพัฒนาการด้าน
บุคลิกภาพทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับและผลสัมฤทธิ์ทาง
วิชาวิทยาศาสตร์ ปรียุณานิพนธ์ กค.ม วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2516, 108 หน้า อักสำเนา

พิชิต แสงลอย การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบ สสวท. กับแบบสืบสวน
สอบสวนตามขั้น สน - ส - อ - ท - ค. ที่มีต่อความกึกสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปรียุณานิพนธ์ กค.ม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 100 หน้า อักสำเนา

พิสุทธิ์ บุญเจริญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถแก้
ปัญหาเป็นกลุ่ม ของการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับ
การสอนตามปกติ ในวิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปรียุณานิพนธ์ กค.ม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 326 หน้า อักสำเนา

มังกร ทองสุคติ โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์คุรุสภา 2521,
128 หน้า

มานี จันทวิมล "หลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา" ข่าวสาร
สสวท. 5 : 9 - 13 กรกฎาคม 2520

- ยงยุทธ สายคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้การจัดกิจกรรม
แบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ปริมาณนิพนธ์ กค.ม
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 80 หน้า อัดสำเนา
- โยธิน ศรีโสภา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่
เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ปริมาณนิพนธ์ กค.ม
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 98 หน้า อัดสำเนา
- ล้วน และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา โรงพิมพ์วิจิตรการพิมพ์
 2524, 287 หน้า
- วรรณดี วรรณศิลป์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ของนักเรียนชั้น มศ. 2 แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อัดสำเนา
- วิเชียร เกตุสิงห์ สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย ม.ป.ท. 2523, 245 หน้า
- วิรุทธ วิเชียรโชติ จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน อำนวยการพิมพ์
 2521, 165 หน้า
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปผลการวิจัยสมรรถภาพการ
สอนของครู 2520, 90 หน้า อัดสำเนา
- _____, เอกสารอ่านประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล 2519, 81 หน้า อัดสำเนา
- _____, เอกสารประกอบบทเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 2518, 7 หน้า อัดสำเนา
- สวนา พรพัฒน์กุล จิตวิทยาทั่วไป วัฒนาพานิช 2522, 136 หน้า
- สมจิต สวชนไพบูลย์ การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและ
 การสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2526, 140 หน้า อัดสำเนา

- สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษาลักษณะการสอนสืบสวน (Active Inquiry)
 ที่มีต่อความถนัดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 ปรียาณีนพนธ์ กค.ม วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 103 หน้า
 อักสาเนา
- สมศักดิ์ สินธุระเวชกุล การเลือกใช่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนหลักสูตร สสวท. ปรียาณีนพนธ์ กค.ม
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 70 หน้า อักสาเนา
- สมบุญ จิตพงศ์ การประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรียาณีนพนธ์ กค.ต
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 119 หน้า อักสาเนา
- สัญญา หิฟเสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ
เบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ระดับประถมศึกษาปีที่ ๖ วิชาการศึกษา ปรียาณีนพนธ์ กค.ม มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 99 หน้า อักสาเนา
- สุขุม ศรีชัยรัตน์ "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้" ข่าวสาร สสวท. 2519
- สุวัณท์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517,
 240 หน้า
- เสริมศรี เสวตามร และ สาสิ งามศิริ "การวิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry
ครูศาสตร์ ฉบับพิเศษ 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521
- โสภา วงศ์ทองเหลือ "ถ้าครูจะฝึกทักษะด้วยตนเอง" ข่าวสาร สสวท.
 6 : 27 ตุลาคม 2520
- อนันต์ จันทร์ทวี แนวทางการฝึกแก้ปัญหาด้วยผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มศ. 4 2521, 37 หน้า อักสาเนา
- _____, ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2

- ปริญญานิพนธ์ กศ.ค มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523,
155 หน้า อักসাเนา
- อนันต์ ศรีโสภา สถิติเบื้องต้น ไทยวัฒนาพานิช 2521, 426 หน้า
- อังคณา สายยศ วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 193 หน้า
- อุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ
ขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปริญญานิพนธ์ กศ.ม มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 101 หน้า อักসাเนา
- American Association for the Advancement of Science, Science - A
Process Approach.: AAAS/XEROX Coporation 1970 : 316 pp
- Anderson, H.O. "An Analysis of a Method for Improving Problem -
Solving Skills Process by College Students Preparing to Pursue
Science Teaching as a Profession", Dissertation Abstracts.
9 - 10 ; 332 - A, March - April 1969
- Ausubel, David F. "A Cognitive View", Educational Psychology.
Holt, Rinehart and Wilston, Inc., 1968. 685 pp
- Baker, Tunis. "What Can We Do to Make Our Children Capable of
Thinking for Themselves", Science Education 34 : 1960
- Barnett, Howard C. "An Investigation of Relationships Among
Biology Achievement, Perception of Teacher Style, and Cognitive
Preference", Journal of Research in Science Teaching. 11 :
141 - 147, 1974
- Bourne, Lyle E., Jr., Ekstrand, Bruce R., and Dominoski, Roger L.
The Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice - Hall, 1971
- Carrol, John B. Language and Thought, Prentice - Hall Inc : New
Jersey 1964, 118 pp
- Chung - Tea, Fan. Item Analysis Table, Education Testing Service,
Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp
- Clark, Leonard H. and Starv, Irving S. Secondary School Teaching
Methods. New York, Macmillan 1976, 446 pp

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

Cross, K. Patricia and Gaier, Eugene L. "Technique in Problem Solving as a Predictor of Educational Achievement," Journal of Educational Psychology Vol. 46 April 4 : 193 - 206, 1955.

✓Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164 - A, January 1976.

Dressel, Paul L. "Critical Thinking : The Goal of Education," The Journal of the National Education Association. 44 : 1955

Eysenck, H.J. Wurzburg, Arnold W. : and Berne, Meili R. Encyclopedia of Psychology, Edited by Eysenck, H.J. : London : Search Press, 1972.

Gaier, E.L. "The Role of Knowledge in Problem - Solving." Progressive Education. 30 : 138 - 141 1953.

Garismon, Kington, and McDonald, "Arithmetic Learning," Educational Psychology 1964.

✓Glaser, Robert S., "Discussion of Messick's (1970) paper "The Evaluation of Instruction - Issues and Problems, Holt Rinehart and Winston, Chicago, 1970 p. 218.

Goldmark, Bernice Social Studies : A Method of Inquiry, Calif : Wadsworth Publishing Company, 1968.

Goldmark, Bernice and Fish, Alphoretta S. "Inquiry Method : Three Interpretations," The Science Teacher. 2 : 13 - 15 February, 1966.

X Goldstein, Joseph J. "Thinking Can be Learned," Educational Leadership 6 : 1949.

Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw - Hall Company, 1973.

Heath, Robert W. "Curriculum Cognitive and Education Measurement," Education and Psychological Measurement. 24 : 539 - 455, 1964.

- John, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science : Traditional and Structured Problem Solving," Dissertation Abstracts International : 1966.
- Kempa, R.F., and Dube, G.E., "Cognitive Preference Orientations in Students of Chemistry" The British Journal of Educational Psychology Vol 43 Part 3, 1973 10 pp.
- Kenneth Kampe and Somboon Chitapong, Construction and Validation of A Cognitive Preference Examination for Thai Secondary School Students IPST. 1975, 39 pp.
- Kolebas, Patricia. "The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who have Participated in Science - A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443 - A February 1972.
- Mahan, L.A. "the Effects of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Interests and Personal Adjustment," Dissertation Abstract. 3 : 1097 - 1098, September, 1963.
- Meridith, C.E. "Development of Problem Solving Skill in Hight School Physical Science," Dissertation Abstracts International, 1962.
- Nabors, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer Supported Instructional and Self - Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International 36 December, 1975.
- Okey, James R. and Ronald L. Fiel. Basic Process Skills Program. Bloomington, Indiana University, 1973, 483 pp.
- Olarinoye, Raphael Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : February, 1974.
- Sund, Robert B. Teaching Science by Inquiry : in the Secondary School, Ohio : Charles E. Merrill 1967.
- Thorndike, Robert L., "How the Children Learn the Principles and Techniques of Problem - Solving" Learning and Instruction. Chicaco 1950.

Witken, A.H., et al "Stability of Cognitive Style from Childhood to Young Adult - hood" Journal of Personal Social Psychology. 1967, p. 291 - 300.

Wright, Robert R. "Cognitive Preference College Students Majoring in Science, Mathematics and Engineering," Dissertation Abstracts International. 36 February 1975 .

ภาคผนวก ก.

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบและคะแนนจากการทดสอบ

ตาราง 11 ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบอันดับมีฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.71	.64	10.7	26	.55	.36	12.5
2	.33	.26	14.7	27	.73	.46	10.6
3	.54	.20	12.6	28	.45	.36	13.5
4	.26	.23	15.6	29	.49	.35	13.1
5	.28	.33	15.4	30	.60	.66	12.0
6	.66	.25	11.3	31	.31	.45	14.9
7	.24	.50	15.9	32	.29	.35	15.2
8	.70	.43	10.9	33	.25	.23	15.8
9	.35	.46	14.6	34	.25	.36	15.7
10	.59	.44	12.1	35	.79	.74	9.8
11	.20	.23	16.5	36	.29	.40	15.2
12	.73	.39	10.5	37	.75	.67	10.3
13	.31	.45	14.9	38	.75	.34	10.4
14	.47	.39	13.3	39	.70	.38	10.9
15	.38	.29	14.2	40	.53	.64	12.7
16	.42	.21	13.8	41	.65	.27	11.5
17	.80	.39	9.6	42	.70	.38	10.9
18	.50	.50	13.0	43	.70	.38	10.9
19	.70	.54	10.9	44	.43	.28	13.7
20	.66	.33	11.4	45	.71	.35	10.8
21	.59	.44	12.1	46	.30	.32	15.1
22	.52	.59	12.8	47	.61	.23	11.9
23	.69	.45	11.1	48	.37	.45	14.3
24	.23	.28	16.0	49	.38	.62	14.3
25	.69	.31	11.0	50	.58	.46	12.2

ตาราง 12 ค่า Preference Index ของแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

ข้อ ข้อที่	ตัวเลือก			ข้อ ข้อที่	ตัวเลือก		
	ก	ข	ค		ก	ข	ค
1	.29	.33	.38	16	.33	.40	.27
2	.30	.35	.35	17	.26	.34	.40
3	.38	.30	.31	18	.36	.25	.40
4	.27	.39	.34	19	.40	.27	.33
5	.40	.32	.29	20	.27	.33	.40
6	.36	.25	.38	21	.40	.35	.25
7	.31	.29	.39	22	.25	.35	.40
8	.27	.33	.40	23	.29	.31	.40
9	.40	.28	.31	24	.29	.40	.31
10	.36	.27	.38	25	.31	.40	.29
11	.35	.40	.25	26	.39	.34	.27
12	.32	.27	.40	27	.40	.27	.33
13	.38	.29	.32	28	.34	.26	.40
14	.29	.31	.40	29	.34	.27	.39
15	.39	.28	.33	30	.35	.26	.39

ตาราง 13 คำตอบแต่ละพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1 ด้านความรู้ความจำ 2 ด้านการนำไปใช้ 3 ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง

1. ก	1	ข	2	ค	3	16. ก	1	ข	3	ค	2
2. ก	2	ข	3	ค	1	17. ก	3	ข	1	ค	2
3. ก	1	ข	2	ค	3	18. ก	1	ข	2	ค	3
4. ก	1	ข	2	ค	3	19. ก	1	ข	2	ค	3
5. ก	1	ข	2	ค	3	20. ก	2	ข	1	ค	3
6. ก	3	ข	2	ค	1	21. ก	3	ข	1	ค	2
7. ก	2	ข	1	ค	3	22. ก	1	ข	2	ค	3
8. ก	1	ข	2	ค	3	23. ก	2	ข	1	ค	3
9. ก	2	ข	1	ค	3	24. ก	1	ข	3	ค	2
10. ก	3	ข	2	ค	1	25. ก	3	ข	2	ค	1
11. ก	2	ข	3	ค	1	26. ก	2	ข	3	ค	1
12. ก	1	ข	2	ค	3	27. ก	3	ข	2	ค	1
13. ก	2	ข	3	ค	1	28. ก	3	ข	1	ค	2
14. ก	3	ข	1	ค	2	29. ก	2	ข	1	ค	3
15. ก	1	ข	2	ค	3	30. ก	2	ข	3	ค	1

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนการเรียน และ
สอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	21	29	8	16	24	29	5
2	24	31	7	17	35	41	6
3	14	20	6	18	30	32	2
4	25	29	4	19	20	31	11
5	23	26	3	20	28	34	6
6	15	22	7	21	30	35	5
7	23	33	10	22	22	25	3
8	24	30	6	23	25	35	10
9	20	34	14	24	28	35	7
10	21	25	4	25	28	34	6
11	22	22	0	26	24	35	11
12	23	27	4	27	25	37	12
13	23	18	-5	28	26	31	5
14	27	28	1	29	28	33	5
15	28	32	4	30	24	37	13

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สกบกอนเรียน และสอบ
หลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	34	28	-6	16	23	36	13
2	18	35	17	17	25	35	10
3	27	33	6	18	26	25	-1
4	21	29	8	19	15	20	5
5	20	19	-1	20	25	22	-3
6	21	30	9	21	25	38	13
7	28	28	0	22	21	31	10
8	23	25	2	23	32	39	7
9	18	14	-4	24	25	29	4
10	31	35	4	25	28	42	14
11	21	30	9	26	23	30	7
12	23	30	7	27	33	34	1
13	24	34	10	28	29	40	11
14	20	12	-8	29	35	38	3
15	39	39	0	30	25	36	11

ตาราง 16 คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ สอดก่อน
การเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้ ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	53	55	2	16	54	47	-7
2	58	52	-6	17	52	54	2
3	63	59	-4	18	55	51	-4
4	54	48	-6	19	50	54	4
5	52	59	7	20	56	58	2
6	60	52	-8	21	47	58	11
7	45	49	4	22	54	54	0
8	54	56	2	23	52	53	1
9	47	56	9	24	43	44	1
10	51	56	5	25	42	54	12
11	54	47	-7	26	65	57	-8
12	55	50	-5	27	56	48	-8
13	56	53	-3	28	45	38	-7
14	45	45	0	29	55	48	-7
15	52	45	-7	30	45	51	6

ตาราง 17 คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ สอบก่อนเรียน
และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	54	55	1	16	56	58	2
2	60	62	2	17	63	67	4
3	58	54	-4	18	53	63	10
4	66	60	-6	19	56	61	5
5	60	67	7	20	61	57	-4
6	61	62	1	21	52	52	0
7	67	63	-4	22	56	71	15
8	60	70	10	23	56	69	13
9	56	56	0	24	57	57	0
10	61	57	-4	25	55	59	4
11	69	68	-1	26	59	66	7
12	60	56	-4	27	52	65	13
13	64	56	-8	28	59	68	9
14	55	59	4	29	55	59	4
15	48	67	19	30	59	56	-3

ตาราง 18 คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำนวณนำไปใช้ สอบก่อนเรียน
และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	63	64	1	16	59	60	1
2	54	54	0	17	57	52	-5
3	58	59	1	18	69	60	-9
4	61	58	-3	19	67	58	-9
5	61	66	5	20	63	54	-9
6	54	57	3	21	62	61	-1
7	65	63	-2	22	57	57	0
8	63	55	-8	23	67	68	1
9	65	56	-9	24	63	70	7
10	67	65	-2	25	65	62	-3
11	60	63	3	26	58	58	0
12	60	58	-2	27	60	60	0
13	60	67	7	28	60	67	7
14	62	58	-4	29	64	57	-7
15	67	61	-6	30	57	60	3

ตาราง 19 คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คำนวณนำไปใช้สอบก่อนเรียน
และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	55	61	6	16	61	62	1
2	58	57	-1	17	67	53	-14
3	62	61	-1	18	61	56	-5
4	52	52	0	19	63	60	-3
5	57	56	-1	20	59	65	6
6	64	58	-6	21	68	70	2
7	58	57	-1	22	56	48	-8
8	63	51	-12	23	62	56	-6
9	63	67	4	24	57	62	5
10	54	58	4	25	57	60	3
11	57	63	6	26	62	60	-2
12	57	61	4	27	54	63	9
13	62	61	-1	28	61	57	-4
14	66	57	-9	29	55	54	-1
15	57	56	-1	30	53	60	7

ตาราง 20 คะแนนแนวการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ด้านการศึกษาค้นคว้าหาแนวทาง
สอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	64	61	-3	16	67	73	6
2	68	74	6	17	71	74	3
3	59	62	3	18	56	69	13
4	65	74	9	19	63	68	5
5	67	55	-12	20	61	68	7
6	66	71	5	21	71	61	-10
7	70	68	-2	22	69	69	0
8	63	69	6	23	61	59	-2
9	68	68	0	24	74	66	-8
10	62	59	-3	25	73	64	-9
11	66	70	4	26	57	65	8
12	65	72	7	27	64	72	8
13	64	60	-4	28	75	75	0
14	73	77	4	29	61	75	14
15	61	74	13	30	78	69	-9

ตาราง 21 คะแนนแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง
 สอนก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D
1	71	64	-7	16	63	60	-3
2	62	61	-1	17	50	60	10
3	60	65	5	18	66	61	-5
4	62	68	6	19	61	59	-2
5	63	57	-6	20	60	58	-2
6	55	60	5	21	60	58	-2
7	55	60	5	22	68	61	-7
8	57	59	2	23	62	55	-7
9	61	57	-4	24	66	61	-5
10	65	65	0	25	68	61	-7
11	54	49	-5	26	59	54	-5
12	63	63	0	27	74	52	-22
13	54	63	9	28	60	55	-5
14	59	64	5	29	70	67	-3
15	75	57	-18	30	68	64	-4

ภาคผนวก ข.

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องภาวะแวดล้อม

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะ

การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์

(แผนที่ 1)

เรื่องภาวะแวดล้อม

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้ น้ำเสีย บีโอดี และ บีโอด
2. สรุปได้ว่าถ้าในน้ำมีสิ่งปฏิกูลมาก ๆ จะมีผลทำให้ออกซิเจนในน้ำเปลี่ยนแปลง

ไป

3. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ว่าในน้ำที่สะอาดกับน้ำเสียนั้นจะมีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกันอย่างไร

4. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
5. ทดลองและสรุปผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
6. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา จุลินทรีย์ และพืช ต่างก็ต้องการออกซิเจนสำหรับใช้ในการหายใจ

วิธีหาปริมาณของกาซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเราทำได้โดยตรงจากการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งเรียกปริมาณออกซิเจนดังกล่าวนี้ว่า บีโอด และหาได้จากปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า บีโอดี

ถ้าน้ำมีค่า บีโอด น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ มีค่า บีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมทั้งที่อยู่ในน้ำ ต่างก็ต้องการออกซิเจนในการหายใจด้วยกันทั้งสิ้น แต่เราเคยได้ยินข่าวปรากฏอยู่บ่อย ๆ ว่ามีปลาตายเป็นจำนวนมากตามแม่น้ำลำคลอง เนื่องจากน้ำเสีย นักเรียนคิดว่าอะไร เป็นสาเหตุที่ทำให้ น้ำเสีย และน้ำสะอาดกับน้ำเสียนั้นมีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกันอย่างไร

1.2 ปัญหาที่ว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ น้ำเสียนั้น ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายเพื่อหาคำตอบ โดยครูตั้งคำถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยเห็นน้ำเสียความแหล่ง ทั่ว ๆ นั้นมีลักษณะอย่างไรและมีสิ่งใดเจือปนอยู่

1.3 สำหรับปัญหาที่ว่าน้ำสะอาดกับน้ำเสียนั้นมีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกัน อย่างไร ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน อันเป็นแนวทางหาคำตอบของปัญหานี้ ซึ่งอาจจะได้สมมติฐาน ดังนี้

- น้ำสะอาดมีออกซิเจนมากกว่าน้ำเสีย
- น้ำสะอาดมีออกซิเจนน้อยกว่าน้ำเสีย

ฯลฯ

1.4 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่าเราจะใช้อะไรมาเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปริมาณ ออกซิเจนมากหรือน้อย (ถ้านักเรียนบอกไม่ได้ครูจะแนะนำให้ นักเรียนทราบว่า ใช้สารละลายเมธิลีนบลู)

1.5 เมื่อได้สมมติฐานมาแล้วจากข้อ 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อปรับปรุงสมมติฐานนั้นให้ไปสู่แนวทางที่จะออกแบบการทดลองได้ เช่น

- เมื่อเติมสารละลายเมธิลีนบลูลงในน้ำเสียสีของเมธิลีนบลูจะเปลี่ยน เป็นสีเขียว

- เมื่อเติมสารละลายเมธิลีนบลูลงในน้ำสะอาดสีของเมธิลีนบลูจะเป็น ปกติ (สีน้ำเงิน)

1.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสมมติฐานในข้อ 1.5 ว่าควรจะนำสมมติฐานข้อใดมาพิสูจน์หรือทดลองในช่วงเวลานี้ แล้วช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

1.7 ครูแนะนำการใช้เครื่องมือและข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบไว้ (ถ้ามีหลายวิธีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งกันทำ)

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาสรุปลงบนกระดาน

3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของ คีโอะ และ บีโอดี

3.4 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ตาราง แสดงค่าเฉลี่ย บีโอดี ของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณต่าง ๆ ขณะเมื่อน้ำลง

บริเวณต่าง ๆ	บี โ อ ดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
	คค.12-กย.13	ชค.13-กย.14	คค.14-กย.15
นนทบุรี	3.30	2.20	6.15
สะพานพระรามหก	2.28	—	—
สะพานกรุงเทพ	3.78	3.28	7.20
ท่าเรือคลองเตย	3.67	7.23	7.50
พระประแดง	2.57	4.85	7.60

— ในปี พ.ศ. 2514 - 2515 บริเวณใดที่มีน้ำคุณภาพดีที่สุด และบริเวณใดที่มีคุณภาพด้อยที่สุด

— เมื่อพิจารณาจากข้อมูลในตารางแล้วนักเรียนคิดว่าในปัจจุบันนี้น้ำตามบริเวณต่าง ๆ นั้นจะมีค่า บี โ อ ดี เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ตาราง แสดงค่า บี โ อ ดี และอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากโรงงานต่าง ๆ

โรงงาน	บี โ อ ดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	อัตราไหล 1,000ลิตร/ชม.
โรงงานกระดาษกาญจนบุรี	203	500
โรงงานกระดาษบ้านโป่ง	195	1,000
โรงงานน้ำตาล 1 ราชบุรี	39	4,000
โรงงานน้ำตาล 2 ราชบุรี	47	5,000
โรงงานน้ำตาลธนบุรี	74	4,000

- โรงงานไศพลอยน้ำเสียทิ้งออกจากโรงงาน
- โรงงานกระดาษกาญจนบุรีกับโรงงานน้ำตาล 1 ราชบุรี แห่งใดจะมีโอกาสทำให้น้ำเสียมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 2

จุลินทรีย์ในน้ำและการทำลายจุลินทรีย์

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของโคโลนีได้
2. บอกได้ว่าปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำใช้เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของน้ำได้
3. ตรวจสอบหาจุลินทรีย์ในน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ได้
4. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ว่า น้ำฝน น้ำประปา และน้ำในคลอง มีปริมาณจุลินทรีย์แตกต่างกันอย่างไร
5. ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องทำลายจุลินทรีย์ได้
6. บอกวิธีการทำลายจุลินทรีย์โดยใช้สารเคมีได้
7. ตั้งสมมติฐานของปัญหาว่าทำไมเวลาใช้ฟอร์มาลีนหรืออัลกอฮอล์ของสัตว์เล็ก ๆ สัตว์จึงไม่เน่า
8. ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
9. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

จุลินทรีย์เป็นสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น สามารถอยู่ได้โดยทั่วไป และสำหรับจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งอาจทำให้น้ำเสียได้ ในการกำหนดว่าน้ำเสียหรือไม่นั้นบางทีก็ใช้วิธีการนับแบคทีเรียชนิดหนึ่งเป็นเกณฑ์คือแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

เมื่อนำเอาแบคทีเรียมาเพาะในจานเพาะเชื้อ แบคทีเรียหนึ่งเซลล์จะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเป็นกลุ่มมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่ละกลุ่มเรียกว่า โคโลนี

การทำไร่เชื้อเป็นวิธีการฆ่าเชื้อโรควิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการเพิ่มอุณหภูมิและความดัน นอกจากนี้ยังใช้สารเคมีบางชนิดเช่นฟอร์มาลินและอัลกอฮอล์เป็นยาฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งสารเคมีแต่ละชนิดก็มีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคได้ต่างกัน นอกจากนี้ความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดยังมีผลต่อการทำลายเชื้อโรคด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการที่น้ำเสียนั้นเป็นเพราะว่าถึงปกติในน้ำมีมากมายทำให้จุลินทรีย์ในน้ำนั้นเจริญเติบโตแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว เมื่อมีจำนวนแบคทีเรียมากขึ้นความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ก็เพิ่มมากขึ้น ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจึงทำให้น้ำเสีย ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ น้ำฝน น้ำประปา น้ำคลอง น้ำกลั่น จะมีปริมาณจุลินทรีย์ แตกต่างกันอย่างไรร

1.2 ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานี้ ซึ่งอาจจะได้สมมติฐานดังนี้

- น้ำฝนมีปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุด และน้ำคลอง น้ำประปา น้ำกลั่น มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยลงตามลำดับ
- น้ำคลองมีปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุด และน้ำประปา น้ำกลั่น น้ำฝน มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยลงตามลำดับ

1.3 ครูถามนักเรียนว่าจุลินทรีย์ต้องการอาหารไหม และเราจะใช้อะไรเป็นอาหารของจุลินทรีย์ (ถ้านักเรียนตอบไม่ได้ ครูควรแนะนำอาหารที่ใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ เช่น น้ำซูป)

1.4 เมื่อได้สมมติฐานมาแล้วจากข้อ 1.2 ถ้ามีหลายสมมติฐาน ครูและนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดน่าจะนำมาทดลอง แต่หากตัดสินใจไม่ได้ก็ให้นักเรียนทดสอบทุกสมมติฐาน แล้วครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

1.5 ครูแนะนำในการใช้อุปกรณ์และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบไว้ (ถ้ามีหลายวิธีให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันทดลอง)

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดาน

3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้อง นำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

– นักเรียนคิดว่าจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำแต่ละแห่งจะมีปริมาณเท่าที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

– จากตัวอย่างน้ำต่อไปนี้ น้ำคลอง น้ำอ้อย น้ำประปา น้ำหวาน น้ำปลา น้ำกะทิ น้ำชนิดใดบ้างน่าจะมีจุลินทรีย์มากที่สุด เพราะเหตุใด

4. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นายแพทย์หรือพยาบาลใช้สำลีชุบสารละลายอะไรเช็ดบริเวณผิวหนังก่อนที่จะฉีดยา หรือเวลาเรียนชีววิทยา การคงสัตว์เราใช้สารฟอร์มาลีนหรืออัลกอฮอล์ เป็นสารสำหรับคงสัตว์ ครูถามนักเรียนว่า สัตว์ที่คงด้วยฟอร์มาลีนหรืออัลกอฮอล์นั้นหาไม่จริงไม่เ็น

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานอันเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานี้ ซึ่งอาจจะได้สมมติฐานดังนี้

- จุลินทรีย์ถูกทำลายด้วยฟอร์มาลีนหรืออัลกอฮอล์
- ฟอร์มาลีนหรืออัลกอฮอล์บ่มกันไม่ให้จุลินทรีย์ทำลายหรือย่อยสลาย

4.3 เมื่อได้สมมติฐานแล้ว ถ้ามีหลายสมมติฐานครูและนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดที่น่าจะนำมาทดลอง

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่พิจารณาจากข้อ 4.3

4.5 ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์และข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

5. ขั้นตอนทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ ออกแบบไว้ (ถ้ามีหลายวิธีให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันทดลอง)

6. ขั้นตอนอภิปรายหลังการทดลอง

6.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปลงบนกระดาน

6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

6.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

6.4 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการฆ่าเชื้อโรค

6.5 ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

จากการทดลองใช้สารเคมี 5 ชนิดในการทำลายจุลินทรีย์ โดยการนำจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งใส่ลงในอาหารที่เตรียมไว้ แล้วให้นำสำลิจุ่มสารเคมีแต่ละชนิดไปเช็ดผิวหน้าของอาหารที่มีเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ชนิดสารเคมี	ผลการสังเกต			
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
สาร ก	มีจุลชีว	มีจุลชีวมากขึ้น	เน่า	เน่ามากขึ้น
สาร ข	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	มีจุลชีว	มีจุลชีวมากขึ้น
สาร ค	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	มีจุลชีว
สาร ง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
สาร จ	ไม่เปลี่ยนแปลง	มีจุลชีว	มีจุลชีวมากขึ้น	เน่า

จากผลการทดลองนี้

- สารเคมีชนิดใดใช้ทำลายจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด
- สารเคมีชนิดใดใช้ทำลายจุลินทรีย์ไม่ได้เลย
- สารเคมี ง ถ้าทำการทดลองต่อไปอีก 1 - 2 วัน ผลน่าจะเป็นอย่างไร
- สารเคมี ข กับ จ สารใดมีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากัน

เพราะเหตุใด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากขณะที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 3
สารเคมีในน้ำ
สาเหตุที่ทำให้หน้าเสีย
(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกชนิดของสารเคมีที่ทำให้หน้าเสียได้
2. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากสารเคมีได้
3. บอกวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ได้
4. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

1. สารเคมีในน้ำ

สารเคมีในน้ำที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟต ฯลฯ สารพวกนี้ทำให้น้ำกระด้าง ซึ่งก็ไม่ได้เป็นอันตรายเท่ากับสารเคมีที่มนุษย์ปล่อยทิ้งลงในแม่น้ำลำคลองโดยการทิ้งขยะ สิ่งปฏิกูลและสารพิษต่าง ๆ รวมทั้งน้ำทิ้งจากโรงงาน

สารเคมีที่ทิ้งลงในน้ำมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งสารบางชนิดเป็นอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำตลอดจนมนุษย์โลก และมีผลกระทบกระเทือนต่อเศรษฐกิจของชาติด้วย

ตัวการที่ทำให้หน้าเสียและเป็นพิษส่วนมากได้แก่ ขยะ ถุงพลาสติก เศษอาหาร สาร คี ที ที ปุ๋ย ยาฆ่าศัตรูพืช และโลหะต่าง ๆ เช่นปรอท ตะกั่ว แคดเมียม โดยเฉพาะพิษของโลหะปรอทเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

2. สาเหตุที่ทำให้น้ำเสีย

น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมมักจะเป็นน้ำทิ้งหลังจากการทำความสะดวกต่างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารละลายผงซักฟอก ถ้ามีปริมาณมากในน้ำก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย และนอกจากนั้นน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมยังมีค่า pH อุณหภูมิ ปริมาณ บี โอ ดี แตกต่างกันอีกด้วย

วิธีการหนึ่งที่จะป้องกันน้ำเสียคือการสร้างบ่อน้ำเพื่อทำน้ำเสียให้เป็นน้ำดีก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของน้ำกระด้าง ซึ่งสารเคมีที่ทำให้เกิดน้ำกระด้าง เช่น กัลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต ฯลฯ สารเคมีเหล่านี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตของสิ่งที่มีชีวิต

1.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนถึงสาเหตุของการที่ปลาตายเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะปลาจอน ว่ามีสาเหตุมาจากอะไร ให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานของปัญหานี้

1.3 สมมติฐานที่อาจได้มา เช่น

- ปลาตายเพราะได้รับสารเคมี
- ปลาตายเพราะเกิดโรครีบขาว

ฯลฯ

1.4 เมื่อได้สมมติฐานมาแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดน่าจะนำมาทดลองบ้าง

1.5 ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น เพื่อหาแนวทางในการสรุปถึงสาเหตุของปัญหา แต่คงไม่ต้องทดลองเพราะมีปัญหายุ่งยากเพียงแต่อภิปรายและสรุปผลเท่านั้น

1.6 ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเรื่องการใช้อยู่วิทยาศาสตร์ ยาปราบศัตรูพืช ซึ่งสารเหล่านี้มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อาจถึงตายได้

1.7 ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่าโรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ลงสู่แม่น้ำ เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ และครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า ถ้าอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำลำคลองสูงขึ้นกว่าปกติ จะทำให้เกิดปัญหาอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนช่วยกันตอบ

1.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้น้ำตามแม่น้ำลำคลองเน่าเสีย ซึ่งเกิดจากน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม และครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องมาตรฐานน้ำที่เหมาะสมสำหรับอุปโภค บริโภค

1.9 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า นักเรียนสังเกตเห็นไหมว่าตามบริเวณแหล่งน้ำทิ้งจากบ้านเรือนทั้งหลายจะมีพืชน้ำหรือผักตบชวาขึ้นกันมากมาย นักเรียนคิดว่าทำไมในบริเวณนั้นจึงมีพืชน้ำหรือผักตบชวาเกิดขึ้นมากมายเช่นนั้น

1.10 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหานี้ ซึ่งอาจจะได้สมมติฐานดังนี้

- พืชได้รับอาหารจากสิ่งปฏิกูลที่ปนอยู่ในน้ำ
- ในน้ำนั้นมีปุ๋ยวิทยาศาสตร์เจือปนอยู่
- มีผงซักฟอกเจือปนอยู่ในน้ำ

1.11 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดน่าจะเป็นสมมติฐานที่น่ามาทดลอง ถ้าสรุปไม่ได้ก็ควรจะตรวจสอบทุกสมมติฐาน โดยแบ่งให้นักเรียนทำการทดลอง

1.12 ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานแต่ละสมมติฐาน

1.13 ครูแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์และข้อควรระวังในการทำการทดลอง

2. ขั้นตอนทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ถ้ามีหลายการทดลองให้แบ่งกลุ่มนักเรียนทดลองแยกกันไป

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปลงบนกระดานดำ
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นมีสมมติฐานใดบ้างถูกต้อง
- 3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.4 ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาหน้าเสีย และมาตรฐานน้ำดื่มจากโรงงานอุตสาหกรรม
- 3.5 ให้นักเรียนร่วมกันตอบปัญหาต่อไปนี้

ตารางแสดงตัวอย่างน้ำดื่มของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

น้ำดื่มจากแหล่งต่าง ๆ	pH	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	บี โอคี (mg/l)	ไนโตรเจน (mg/l)	สารประกอบ ฟอสเฟต (mg/l)
โรงงานสุรา	7.0	58.0	61,250	25.8	—
โรงงานชาสัตว์	7.0	—	1,540	174.5	—
โรงงานทำปลาป่น	7.0	40.5	147,050	10,321.9	3.5
โรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยว	7.0	—	80,148	48.16	66.0
โรงงานกระดาษ	11.0	—	667	18.70	7.5
โรงงานผลิตไม้กระป๋อง	4.5	—	1,262	14.34	2.45
โรงงานทำแป้งมัน	—	—	—	—	—
ลำปะหลัง	4.5	—	4,160	10.1	16.0

- จากตาราง น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมใดบ้างที่ก่อให้เกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น เพราะเหตุใด
- ทำไมน้ำทิ้งของโรงงานปลาบ่บจึงมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าโรงงานอื่น ๆ
- โรงงานใดน่าจะไ้ดำเนินการสิ่งปกก่อนเป็นโรงงานแรก เพราะเหตุใด
- โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งไม่ต้องการจะปล่อยน้ำทิ้งมีค่า บี โอ ดี สูงลงสู่แม่น้ำลำคลอง เพราะเกรงว่าจะทำความเดือดร้อนให้กับผู้ใช้น้ำในบริเวณนั้น นักเรียนคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมควรจะปฏิบัติค่อน้ำทิ้งอย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 4

น้ำมันรั่วไหลจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากเรือยนต์

(2 คาม)

จุดประสงค์ของการเรียนรู้

นักเรียนควรจะสามารถ

1. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่ว่า การที่ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้มากหรือน้อยเพียงใหนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง
2. บอกวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ที่ตั้งไว้
3. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

การปล่อยให้น้ำมันรั่วไหลในขณะที่สูบน้ำมันทั้งบนบกและในทะเล การเทน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วลงในน้ำ หรือการทำความสะอาดโรงงานและเครื่องจักรลงในน้ำ จาก การกระทำต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อม เพราะน้ำมันจะไปคลุมผิวหน้าของน้ำทำให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศไม่สามารถละลายลงในน้ำ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำตายได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำว่ามีความจำเป็นต้องการก๊าซออกซิเจนด้วยกันทั้งสิ้น ถ้าหากก๊าซออกซิเจนสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

1.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า ถ้าก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้ หรือละลายได้น้อยมากแล้วสิ่งที่มีชีวิตในน้ำจะเป็นอย่างไร

1.3 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่าอะไรบางอย่างที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย ให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐาน เพื่อหาคำตอบของคำถามนี้ ซึ่งอาจจะใช้สมมติฐานดังนี้

- ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงออกซิเจนจะละลายน้ำได้น้อยลง
- ขึ้นอยู่กับความกว้างของพื้นผิวน้ำที่ก๊าซออกซิเจนจะสัมผัส
- มีคราบน้ำมันหล่อลื่นปกคลุม

ฯลฯ

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานแต่ละข้อว่าสมมติฐานใดบ้างที่น่าจะไ้ศึกษาและทำการทดลอง

1.5 ครูและนักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

1.6 ครูแนะนำวิธีการทดลองและขอความร่วมมือในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามแบบการทดลองที่ออกแบบไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำผลที่ได้จากการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์ได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการป้องกันปัญหาที่เกิดจากคราบน้ำมันหล่อลื่นทำให้ภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

3.5 ให้นักเรียนช่วยกันคอมปัญหาต่อไป

- จากข่าวการสู้รบกันระหว่างอิรัก กับอิหร่านนั้นนักเรียน
พอจะคาดหมายถึงผลการทำสงครามจะกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำในบ้าง
เพราะเหตุใด

- นักเรียนคิดว่า การขนย้ายน้ำมันดิบจากลานกระเบื้องจังหวัด
กำแพงเพชรมายังโรงกลั่นที่ศรีราชา โดยทางบกกับทางน้ำ การขนย้ายแบบใดจะมีผล
กระทบต่อภาวะแวดล้อมน้อยกว่ากัน เพราะเหตุใด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 5
สาเหตุที่ทำให้อากาศเสีย และวิธีป้องกัน
(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของอากาศเสียได้
2. บอกวิธีการ เตรียมและทดสอบคุณสมบัติของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
3. บอกลักษณะและสมบัติบางประการของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
4. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ว่า อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้อากาศเสีย
5. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
6. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

อากาศเสียซึ่งมีสาเหตุมาจากควันสีควันที่ปล่อยออกจากปล่องโรงงานหรือจากท่อไอเสียของยานพาหนะต่าง ๆ และรวมถึงจากการเผาไหม้สิ่งต่าง ๆ ด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซขึ้นหลายชนิด เช่น SO_2 , NO_2 , CO_2 , CO ซึ่งก๊าซเหล่านี้เมื่อละลายน้ำหรือถูกกับความชื้นจะมีคุณสมบัติเป็นกรด จะทำให้ระบบหายใจผิดปกติและเยื่อเยื่อกตาอักเสบ

ก๊าซ CO เป็นก๊าซอันตรายซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกิดขึ้นจากเครื่องยนต์พวกก๊าซโซลีน ถ้าเราสูดดมเข้าไปมาก ๆ แล้วจะไปเกาะกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ร่างกายก็จะขาดก๊าซออกซิเจน ในที่สุดจะทำให้มีอาการเวียนศีรษะ อ่อนเพลีย หนาว หายใจอึดอัด คลื่นไส้ อาเจียน อาการเหล่านี้จะมากขึ้นเรื่อย ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซที่เราหายใจเข้าไป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาภาวะแวดล้อมเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากการที่โรงงานไทยเรยอน ปล่อยก๊าซพิษทิ้งซึ่งเราจะเห็นว่าสิ่งนี้หลังจากบ้านเรือนที่อยู่ใกล้เกี่ยวกับโรงงานไทยเรยอนเกิดการบุกรุกหนองบึงน้อย ๆ ครูถามนักเรียนว่าทำไมสิ่งนี้หลังจากของบ้านเรือนเหล่านั้นจึงเกิดการบุกรุก ซึ่งคำตอบก็คือ โรงงานปล่อยก๊าซชนิดหนึ่งออกมาซึ่งก๊าซนี้เมื่อละลายน้ำจะมีสมบัติเป็นกรด จึงกัดสิ่งมีชีวิตให้บุกรุก

1.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่าก๊าซที่โรงงานปล่อยออกมาคือก๊าซอะไร ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบได้ ครูจะต้องอธิบายให้นักเรียนได้รู้ว่ก๊าซนั้นคือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซเหล่านี้เมื่อละลายน้ำแล้วจะมีคุณสมบัติเป็นกรด

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคุณสมบัติของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการเตรียมและการทดสอบคุณสมบัติของก๊าซทั้งสอง

1.4 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่านอกจากโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์ม และภูเขาไฟระเบิดที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซพิษเหล่านี้แล้ว ยังมีสาเหตุอย่างอื่นอะไรอีกบ้าง

- 1.5 ให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานเพื่อตอบปัญหานี้ อาจได้สมมติฐานดังนี้
- จากการเผาไหม้ขยะ
 - จากท่อไอเสียรถยนต์
 - จากสิ่งปฏิกูลหรือมูลสัตว์

ฯลฯ

1.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานใดที่น่าจะนำมาทดลอง

1.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบทดลองเพื่อตรวจสอบ

สมมติฐาน

1.8 ครูแนะนำวิธีการทดลองและข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ครูให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และวิธีป้องกัน

3.5 ให้นักเรียนช่วยกันตอบปัญหาต่อไปนี้

ตารางแสดงปริมาณสารที่เป็นพิษในอากาศจากแหล่งต่าง ๆ

แหล่งที่เกิด	ปริมาณสารที่เป็นพิษในอากาศ (mg/1000 kg)					รวม
	CO	CH	NO ₂	SO ₂	อนุภาคของแข็ง	
รถยนต์	58.1	15.9	6.9	0.3	1.1	82.3
โรงงานไฟฟ้า	1.7	0.6	6.0	20.6	8.3	37.2
โรงงานอุตสาหกรรม	3.2	0.2	6.5	6.9	26.4	9.6
เผาขยะ	1.4	0.5	0.1	0.9	9.8	9.6
การเผาไหม้	7.4	1.6	0.6	8.7	33.5	15.2

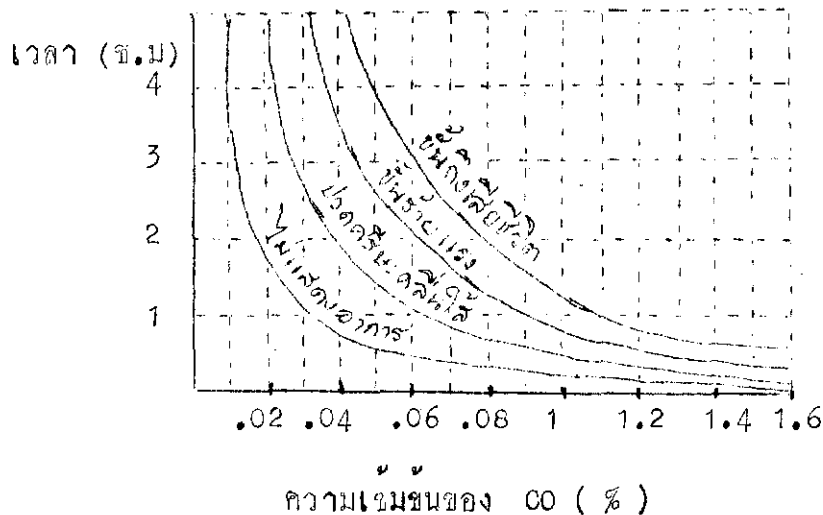
- แหล่งใดที่ทำให้อากาศเป็นพิษมากที่สุด
- อากาศบริเวณใดเมื่อฝนตกลงมาจะทำให้หน้าฝนมีสภาพความเป็นกรดมากที่สุด
- อากาศจากแหล่งใดเป็นพิษต่อมนุษย์มากที่สุด

ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของสารที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ 1 ลิตร

เชื้อเพลิง เครื่องยนต์	สารที่ได้จากการเผาไหม้ (g)				
	CO	NO ₂	CH	SO ₂	อนุภาคของแข็ง
น้ำมันก๊าดโซลีน	284.9	22.2	15.8	1.3	1.0
น้ำมันดีเซล	7.1	12.0	21.6	4.8	15.3

- จากการเผาไหม้น้ำมันก๊าดโซลีนและน้ำมันดีเซลทำให้เกิดสารเป็นพิษอะไรมากที่สุด
- การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดใดเป็นอันตรายแก่มนุษย์มากกว่า
- ในกรุงเทพมหานครมีปริมาณการใช้ น้ำมันรถยนต์ส่วนบุคคลประมาณวันละ 76,000 ลิตร จะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ เกิดขึ้นในบรรยากาศเท่าไร
- ถ้าเราใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันก๊าดโซลีน ค่าเฉลี่ยของสารที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 1 ลิตร น่าจะเป็นอย่างไร

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ CO ในอากาศกับอาการที่เกิดขึ้นจากการหายใจ



- ถ้านักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของ CO 0.06% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะรู้สึกอย่างไร
- ถ้าความเข้มข้นของ CO ในอากาศเป็น 0.12 และ 0.15% เราจะมีชีวิตอยู่ได้นานเท่าไร
- ถ้าเราอยู่ในอากาศที่มีความเข้มข้นของ CO 0.04% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กับอยู่ในอากาศที่มีความเข้มข้น CO 0.1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลที่ได้รับจะเป็นอย่างไร
- จากข่าวที่เราได้ยินอยู่บ่อย ๆ ว่าผู้ที่ติดเครื่องยนต์เปิดแอร์แล้วนั่งอยู่ในรถยนต์เป็นเวลานาน ทำให้ผู้นั้นเสียชีวิตเกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

แผนที่ 6
 ควันบุหรี่และจุลินทรีย์ในอากาศ
 (2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่าควันบุหรี่ให้สารพิษหลายชนิดซึ่งทำอันตรายต่อสุขภาพ
2. ตั้งสมมติฐานของปัญหาว่าทำไมพื้นและนิ้วมือของคนที่สูบบุหรี่จึงเป็นสีน้ำตาล
3. ทดลองหาจุลินทรีย์ในอากาศโดยวิธีง่าย ๆ ได้
4. สรุปได้ว่าจุลินทรีย์ในอากาศมีหลายชนิด
5. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้อากาศเสีย ซึ่งนอกเหนือจากก๊าซต่าง ๆ ที่โรงงานอุตสาหกรรมและรถยนต์ปล่อยออกมาแล้วยังมีสิ่งอื่น ๆ อะไรอีก
6. ออกแบบการทดลองและทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
7. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

สารที่อยู่ในควันบุหรี่ได้แก่ ทาร์ หรือที่เรียกว่าน้ำมันดิน และเบนโซไพรีน สารทั้งสองตัวนี้จะทำให้เกิดมะเร็งเหลือง ๆ ติดอยู่ที่นิ้วมือของคนสูบบุหรี่ และนอกจากนี้ ยังมีสารอื่น ๆ อีก เช่น นิโคติน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์

การสูบบุหรี่มาก ๆ จะทำให้เกิดเป็นโรคเกี่ยวกับปอดและกระเพาะอาหาร เช่น มะเร็งในปอดหรือเป็นแผลในกระเพาะอาหาร

จุลินทรีย์มีอยู่ทุกแห่งไม่ว่าจะเป็นในดิน น้ำ อากาศ หรือเครื่องอุปโภคบริโภคต่าง ๆ จุลินทรีย์บางชนิดเป็นโทษต่อร่างกายแต่บางชนิดก็เป็นประโยชน์

บริเวณที่มีจุลินทรีย์ในอากาศมากได้แก่ตามโรงพยาบาล แหล่งเสื่อมโทรม ห้อง
ที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี จำเป็นจะต้องพยายามหาเชื้อโรคเสมอ แต่ก็ต้องคำนึงถึงอันตราย
และความปลอดภัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวันพุธที่เป็นต้นเหตุทำให้อากาศ
เป็นพิษ ซึ่งเวลาเราขึ้นรถโดยสารปรับอากาศ หรือเวลาเข้าไปนั่งในห้องแอร์ เราจะ
พบป้ายประกาศว่า "ห้ามสูบบุหรี่" หรือ "งดสูบบุหรี่" ครูถามนักเรียนว่าจากป้าย
ประกาศเหล่านั้นแสดงว่าวันพุธนั้นมีประโยชน์หรือมีโทษ นอกจากนี้ครูอาจถามนักเรียนว่า
ถ้ามีใครมานั่งสูบบุหรี่อยู่ใกล้ ๆ เราจะรู้สึกอย่างไร

1.2 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่าถ้าเราจะสังเกตเราจะพบว่าคนที่สูบบุหรี่
นี้มือที่ใช้จับบุหรี่เป็นประจำนั้นผิวหนังบริเวณนั้นจะเป็นสีน้ำตาล นักเรียนรู้ไหมว่าทำไมจึง
เป็นอย่างนั้น

1.3 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายหาสาเหตุเพื่อทั้งสมมติฐาน ซึ่งอาจ
จะใกล้เคียงกันดังนี้

- ความร้อนจากวันพุธทำให้ผิวหนังไหม้เป็นสีน้ำตาล
- สารในควันบุหรี่ทำให้ผิวหนังเป็นสีน้ำตาล

ฯลฯ

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดน่าจะเป็นสมมติฐานที่
จะนำมาทดลอง

1.5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองทดสอบสมมติฐาน
ที่ตั้งไว้

1.6 ครูอภิปรายข้อควรระวังในขณะทำการทดลองให้นักเรียนเข้าใจ

2. ชั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้

3. ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนเกี่ยวกับโทษของการสูบบุหรี่

4. ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้อากาศเสีย เช่น สาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรมปล่อยก๊าซพิษออกมาหรือการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ปล่อยก๊าซพิษออกมา

4.2 ครูตั้งคำถามตามนักเรียนต่อไปนี้ว่า นักเรียนคิดว่าสาเหตุของการทำให้เกิดอากาศเสียยังมีอะไรอีกบ้าง

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานของปัญหานี้ต่อไป ซึ่งอาจจะได้สมมติฐานดังนี้

- ฝุ่นละออง
- เชื้อโรคหรือจุลินทรีย์
- รังสีต่าง ๆ

ฯลฯ

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดบ้างที่น่าจะได้ทดลอง

4.5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองทดสอบสมมติฐานที่เลือกไว้

4.6 ครูชี้แจงข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

5. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้

6. ขั้นอภิปรายถึงการทดลอง

6.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดานดำ

6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่

6.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

6.4 ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับโทษและประโยชน์ของจุลินทรีย์และวิธีป้องกันอันตรายอันเกิดจากจุลินทรีย์

6.5 ให้นักเรียนตอบปัญหาต่อไปนี้

ตารางแสดงส่วนประกอบของคว้านบูห์

สาร	สถานะ
ทาร์	ของเหลว
เบนโซไฟรีน	ของแข็ง
นิโคติน	ก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์	ก๊าซ
คาร์บอนมอนอกไซด์	ก๊าซ
ไฮโดรเจนไซยาไนด์	ก๊าซ

} ถูกความร้อนจะระเหย

- นักเรียนคิดว่าบุหรืที่มีก้นกรองจะช่วยลดอันตรายแก่ผู้สูบบุหรี่ได้หรือไม่

เพราะเหตุใด

- สารใดบ้างที่ก้นกรองของบุหรืไม่สามารถสกัดกั้นให้เข้าปอดของผู้สูบบุหรี่ได้
- จากส่วนผสมของควันบุหรืทั้งหมดนั้นมีสิ่งใดบ้างที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สูบบ้าง
- ถ้านักเรียนพบผู้สูบบุหรี่ในรถยนต์ประจำทางปรับอากาศ นักเรียนคิดว่าบุคคลนั้นปฏิบัติตนถูกต้องหรือไม่ และนักเรียนจะทำอย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการทำการทดลองของนักเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถาม

แผนที่ 7

กินเสียและสาเหตุของกินเสีย

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของกินเสียได้
2. ตั้งสมมติฐานหาสาเหตุของการทำให้กินเสียได้
3. อธิบายและตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
4. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
5. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

กินเสียหมายถึง กินที่เกิดการสึกกร่อนพังทลาย กินมีความเป็นกรด - เบส สูง
กินที่มีปริมาณเกลือแร่มากอยู่เป็นปริมาณมาก กินที่แห้งแล้งจนไม่สามารถอุ้มน้ำได้ กิน
ที่มีเชื้อโรคและกินเหม็นเน่า

สาเหตุที่ทำให้กินเสียมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน เช่น ยาปราบศัตรูพืช
ผงซักฟอก ปุ๋ยเคมี การตัดไม้ทำลายป่า การทำเหมืองแร่ การทิ้งขยะมูลฝอย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้หน้าและอากาศเสีย
ว่ามีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง

1.2 ครูถามนักเรียนว่าคินมีโอกาสเสียบ้างหรือไม่ และครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่าคินเสียนั้นมีลักษณะอย่างไร

1.3 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะโดยทั่วไปของคินเสีย

1.4 ครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่าการที่คินเสียหรือคินเป็นพิษนั้น มีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง

1.5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานซึ่งอาจได้สมมติฐานดังนี้

- ยาฆ่าแมลงทำให้คินเสีย
- น้ำมันที่เททิ้งลงบนพื้นดินทำให้คินเสีย
- การตัดไม้ทำลายป่าทำให้คินส่วนฉิวหน้าถูกกัดเซาะ
- การทิ้งขยะมูลฝอยของสุขาภิบาลหรือเทศบาล

ฯลฯ

1.6 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อที่จะหาข้อสรุปของแต่ละสมมติฐานว่าสมมติฐานใดบ้างถูกต้อง โดยครูเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียนในแต่ละเรื่องไปพร้อม ๆ กัน

ควย

1.7 ครูยกสถานการณ์การทํานาข้าวโดยเฉพาะนาปรัง ซึ่งจะพบว่าในการทํานาปีแรก ๆ จะได้ข้าวในปริมาณที่มากพอในปีต่อ ๆ ไปจะได้ข้าวในปริมาณที่น้อยลงทั้ง ๆ ที่ใส่ปุ๋ยมากขึ้น ครูถามนักเรียนว่าการที่ผลผลิตของการทํานาปรังในปีหลัง ๆ ลดลงนั้นมาจากสาเหตุใด

1.8 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งอาจได้สมมติฐานดังนี้

- อุณหภูมิของอากาศแต่ละปีไม่เท่ากันจึงทำให้ข้าวออกรวงไม่เท่ากัน
- สภาพดินมีสารเคมีตกค้างจึงทำให้คนทํานาถูกอาหาร ใคินลดลง
- คินจืดลงอาหารพืชจึงไม่เพียงพอ

ควย

ฯลฯ

1.9 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานข้อใดน่าจะนำมาทดลองเพื่อตรวจสอบ

1.10 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่เลือกไว้

1.11 ครูชี้แจงข้อควรระวังในขณะที่ทำการทดลอง

2. ขั้นตอนทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองความที่ออกแบบไว้

3. ขั้นตอนอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอลงบนกระดานดำ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสาเหตุแต่ละสาเหตุที่ทำให้คืนเสีย ว่ามีอะไรบ้างและลักษณะเป็นอย่างไร รวมทั้งวิธีป้องกันภัย

3.5 ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

ตารางแสดงองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในกรุงเทพมหานคร

ชนิด	ปริมาณ (% โดยน้ำหนัก)
เศษผักผลไม้	20.3
ใบไม้	10.0
พลาสติก	10.0
กระดาษ	5.5
ผ้า	3.2
แก้วและกระเบื้อง	3.1
ไม้	11.4
โลหะ	2.9
กระดูก	0.8
ขี้เถ้า	0.5
ยาง	1.4
เนื้อสัตว์และซากสัตว์	0.7
อื่น ๆ	30.2

- จากข้อมูลนี้ประกอบด้วยขยะที่ไม่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ปริมาณกี่ %
- องค์ประกอบของขยะอะไรบ้างที่นำไปขายได้
- การใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ในปริมาณมาก ๆ และใช้ติดต่อกันตลอดเวลา
นักเรียนคิดว่าเป็นวิธีการที่ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เครื่องที่ใช้ในการทดลอง
2. สารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 8

เสียงรบกวนและการควบคุม

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของความเข้มของเสียงได้
2. แปลความหมายจากข้อมูลได้ว่าเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างกัน มีความเข้มของเสียงไม่เท่ากัน
3. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ว่าคนเราจะติดต่อสื่อสารกันได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง
4. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นำความรู้ที่ได้ไปใช้พยากรณ์เหตุการณ์ข้างหน้าได้

เนื้อเรื่อง

เสียงเป็นพิษก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดน้อยลง

พลังงานของเสียงที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ในเวลา 1 วินาที เรียกว่าความเข้มของเสียง

ความดังของเสียงหาได้จากการใช้วิธีเปรียบเทียบว่าเสียงนั้น มีความเข้มเป็นกี่เท่าของความเข้มของเสียงที่ค่อนที่สุดที่เราสามารถได้ยิน ค่าเปรียบเทียบที่ได้นี้เรียกว่าระดับความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล เสียงค่อนที่สุดที่เราสามารถได้ยิน มีระดับความเข้ม 0 เดซิเบล ส่วนเสียงที่ดังที่สุดที่เราสามารถทนฟังได้มีระดับความเข้ม 120 เดซิเบล

การควบคุมเสียงรบกวนอาจทำได้โดยป้องกันที่แหล่งกำเนิดเสียง หรือทางที่เสียงผ่านหรืออาจป้องกันที่ผู้รับฟังก็ได้ หรือออกกฎหมายควบคุมแก่ผู้กระทำผิดเกี่ยวกับความดังของเสียง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เท่าที่เรียนมาแล้วว่ามีอะไรบ้าง และครูตั้งคำถามถามนักเรียนว่า ภาวะแวดล้อมต่าง ๆ นั้นมีอะไรบ้างไหมที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของเราอีก

1.2 ครูตั้งปัญหาถามนักเรียนว่าเวลานักเรียนนั่งเรียนในห้องเรียนฟังครูอธิบาย นักเรียนจะรู้เรื่องหรือไม่ นั่นขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง

1.3 ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานของปัญหานี้ ซึ่งอาจจะได้สมมติฐานดังนี้

- ครูพูดเร็วเกินไป
- ครูพูดค่อยเกินไป
- นักเรียนนั่งคุยกันเสียงดัง
- นักเรียนไม่สนใจเรียน
- มีเสียงจากภายนอกห้องดังจนฟังครูอธิบายไม่รู้เรื่อง

ฯลฯ

1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสมมติฐานใดบ้างที่น่าจะนำมาทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น

1.5 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.6 ครูแนะนำและชี้แจงข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทดลองตามวิธีการทดลองที่ออกแบบไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 นำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปลงบนกระดานดำ
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าที่เราตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่
- 3.3 นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมติฐานได้ถูกต้องนั้นมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.4 ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับความเข้มของเสียง ระดับของเสียง โทษของเสียงและวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากเสียงดัง
- 3.5 ครูและนักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

ตารางแสดงระดับเสียงที่มนุษย์รับฟังโดยไม่เป็นอันตราย

เวลารับฟัง (ชั่วโมง/วัน)	ระดับเสียง (เดซิเบล) วัดจากต้นกำเนิดเสียงห่าง 7 เมตร
8	90
6	92
4	95
2	99
$1\frac{1}{2}$	100
$\frac{1}{2}$	102
$\frac{1}{4}$	105

- เมื่อได้ยินเสียงจากรยานยนต์ซึ่งเร่งเครื่องจนมีระดับเสียงเกินกว่า 100 เดซิเบล เป็นเวลา $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมงจะเกิดอันตรายต่อระบบประสาทหรือไม่
- ถ้าระดับเสียงที่วัดจากคนกำเนินเสียงสูงกว่า 105 เดซิเบล เวลาการรับฟังต่อวันควรจะเป็นเท่าไรจึงจะไม่เป็นอันตราย
- ถ้าระยะทางจากคนกำเนินเสียงถึงผู้รับฟังเท่ากับ 3 เมตร ระยะเวลาการรับฟังควรจะเป็นอย่างไร
- นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงและจำนวนชั่วโมงที่รับฟังเสียงได้อย่างไร
- บุคคลที่อยู่ในที่ที่มีเสียงดังอยู่ตลอดเวลา นักเรียนคิดว่าบุคคลเหล่านั้นจะมีสภาพเป็นอย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. เครื่องที่ใช้ในการทดลอง
2. สสารที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง
3. สังเกตจากการที่นักเรียนตอบคำถาม

แผนที่ 9

ทบทวนและเฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนจะสามารถ

1. นำความรู้ที่ได้จากบทเรียนทั้งหมดไปตอบปัญหาท้ายบทเรียนได้
2. นำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เนื้อเรื่อง

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่ 18 จำนวน 15 ข้อ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้ของแต่ละเรื่องจนครบทุกเรื่อง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาท้ายบทเรียนทั้งหมด

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ
แบบทดสอบวัดแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องภาวะแวดล้อม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยให้เขียนลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ต่างหาก
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
4. ห้ามนักเรียนขีดเขียนลงบนแบบทดสอบ

1. ในการพิจารณาเพื่อคัดค้านว่าน้ำบริเวณใดเป็นน้ำเสีย นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดเป็นหลัก ก. สีของน้ำ ข. อุณหภูมิของน้ำ ค. กลิ่นของน้ำ ง. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ จ. ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ	2. จากการสำรวจพบว่าค่า ดี โอ ของน้ำในคลองแห่งหนึ่งเท่ากับ 70 มิลลิกรัม/ลิตร นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร ก. น้ำในคลอง 1 ลิตรมีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายเจือปนอยู่ 70 มิลลิกรัม ข. น้ำในคลอง 1 ลิตรมีปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการ 70 มิลลิกรัม ค. น้ำในคลอง 1 ลิตรมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ 70 มิลลิกรัม ง. น้ำในคลอง 1 ลิตรมีจุลินทรีย์ที่ต้องการก๊าซออกซิเจนอยู่ 70 มิลลิกรัม จ. น้ำในคลอง 1 ลิตรมีสารเคมีเจือปนอยู่ 70 มิลลิกรัม
--	--

7. ถ้าต้องการจะตรวจสอบว่าน้ำจากแหล่ง ก. กับแหล่งใดจะมีจุลินทรีย์มากน้อยกว่ากัน ข้อใดไม่ใช่ตัวแปรที่จะทดสอบ ก. แหล่งน้ำ ข. ปริมาณน้ำ ค. วิธีตรวจสอบ ง. อุณหภูมิของน้ำ จ. ระยะเวลาการตรวจสอบ	9. ถ้าตัวอย่างน้ำแห่งหนึ่งมีค่า บี โอ ดี สูงมาก เหตุการณ์ใดต่อไปนี้จะเกิดขึ้น ก. ปริมาณก๊าซออกซิเจนและแบคทีเรียที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะเพิ่มขึ้น ข. ปริมาณก๊าซออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นแต่แบคทีเรียที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะลดลง ค. ปริมาณก๊าซออกซิเจนและแบคทีเรียที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะลดลง ง. ปริมาณก๊าซออกซิเจนจะลดแต่แบคทีเรียที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะเพิ่มขึ้น จ. ปริมาณก๊าซออกซิเจนและแบคทีเรียที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะมีจำนวนคงที่
8. พืชน้ำมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ก. ทำให้น้ำมีค่า บี โอ ดี ลดลง ข. ทำให้น้ำมีค่า บี โอ ดี เพิ่มขึ้น ค. เพิ่มก๊าซออกซิเจนให้แก่น้ำโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ง. เพิ่มอาหารให้กับจุลินทรีย์ในน้ำ จ. ทำลายสารเคมีที่อยู่ในน้ำโดยดูดน้ำใช้ในการสังเคราะห์แสง	10. การที่ทราบว่ามีมลพิษปนเปื้อนในน้ำจะทำให้พืชและสัตว์น้ำตายได้นั้น เป็นเพราะเหตุใด ก. น้ำนั้นไม่มีอาหารที่พืชและสัตว์น้ำต้องการ ข. ทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้ ค. น้ำนั้นมีสารที่เป็นพิษต่อพืชและสัตว์น้ำ ง. พืชถูกขับไล่น้ำมันไปใช้ไม่ได้ จ. น้ำนั้นไม่สามารถละลายน้ำได้

คำชี้แจง

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 11 - 12

ข้อมูลนี้คือการวางแสดงค่า บี โอ ที และอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากโรงงานต่าง ๆ

โรงงาน	บี โอ ที (มิลลิกรัม/ลิตร)	อัตราการไหล (1,000 ลิตร/ ชม.)
1	200	400
2	180	1,000
3	40	3,000
4	50	5,000
5	80	4,000

11. โรงงานใดมีโอกาสทำให้เกิดภาวะ
น้ำเสียมากที่สุด

- ก. 1 ข. 2
ค. 3 ง. 4
จ. 5

12. โรงงานใดมีโอกาสทำให้เกิดภาวะ
น้ำเสียมากที่สุด

- ก. 1 ข. 2
ค. 3 ง. 4
จ. 5

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 13 - 14

ในการทดลองนำตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ มาเพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ปรากฏผลดังตารางนี้

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ	ปริมาณ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)				เวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)
	นม	น้ำ	ยีสต์	เมธิลีนบลู	
1	4	3	1	1	20
2	4	3	1	1	30
3	4	3	1	1	80
4	4	3	1	1	50
5	4	3	1	1	70

13. น้ำจากสถานที่ใดมีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายอยู่มากที่สุด

- ก. 1 ข. 2
ค. 3 ง. 4
จ. 5

14. ในการทดลองนี้ตัวแปรที่ไม่ได้ควบคุมคืออะไร

- ก. ปริมาณเมธิลีนบลู
ข. ปริมาณยีสต์
ค. ปริมาณนม
ง. ชนิดของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ
จ. ความเข้มข้นของสารละลาย

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 15 - 16

ตารางแสดงรายงานผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (องศาเซนเซียส)	บี โอ ดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัม/ลิตร)
1	9	20	205	0.04
2	5.2	70	125	1.90
3	6.9	26	90	0.01
4	7.0	27	50	11.20
5	9.1	25	1,650	0.001

15. น้ำเสียจากโรงงานใดที่มีปริมาณของสารอินทรีย์เจือปนอยู่มากที่สุด

- ก. 1 ข. 2
ค. 3 ง. 4
จ. 5

16. น้ำเสียจากโรงงาน 4 ควรได้รับการปรับปรุงอะไรบ้างก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำ

- ก. ทำให้อุณหภูมิของน้ำต่ำลง
ข. ทำให้ปริมาณตะกั่วลดน้อยลง
ค. ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดน้อยลง
ง. ทำให้ความเป็นกรดลดน้อยลง
จ. ต้องปรับปรุงทุกข้อตามที่กล่าวมา

17. การระบายน้ำเสียออกจากบ้านเรือนควรปฏิบัติอย่างไร

- ก. ทำท่อระบายลงหลุมเก็บน้ำทิ้ง
ข. ทำท่อระบายลงสู่แม่น้ำลำคลอง
ค. ปล่อยทิ้งลงตามแหล่งน้ำใกล้ ๆ บ้าน
ง. ใส่กรวดลงไปก่อนเพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้วจึงปล่อยลงสู่แม่น้ำ
จ. รวบรวมไปรอบ ๆ บริเวณบ้าน

18. สารละลายผงซักฟอกที่มีความเข้มข้นที่พอเหมาะจะทำให้พื้นน้ำเจริญเติบโตเนื่องจากผงซักฟอกมีสารใดผสมอยู่ ก. ไนเตรต ข. ซัลเฟต ค. ฟอสเฟต ง. ยูเรีย จ. โซเดียมไฮดรอกไซด์	21. ถ้าอยากทราบว่าน้ำในบ่อเลี้ยงปลาสาวยเสียหรือไม่ นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ง่ายที่สุด ก. สังเกตสีของน้ำ ข. คมกลิ่นของน้ำ ค. ตรวจหาค่า ที โอ ของน้ำ ง. สังเกตการลอยหัวของปลา จ. ทักน้ำขึ้นมาลองชิมดู
19. โลหะใดที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ก. อาร์เซนิก ข. พรอท ค. ตะกั่ว ง. แคลเซียม จ. ถูกทุกข้อ	22. จากข้อ 21. ถ้าตรวจพบว่าน้ำในบ่อเลี้ยงปลานั้นเสียจริง ๆ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไรจึงจะแก้ปัญหาได้เร็วที่สุด ก. ใช้ปั๊มลมเป่าอากาศลงไปใต้น้ำเพื่อเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำ ข. หยดให้อาหารแก่ปลาเพราะเศษอาหารทำให้น้ำเน่า ค. ถายน้ำในบ่อทิ้งเปลี่ยนน้ำใหม่เข้าไปแทน ง. ใช้ใบพัดตีน้ำให้เป็นฟองเพื่อเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้กับน้ำ จ. ใส่แบคทีเรียลงไปช่วยย่อยสารอินทรีย์ในน้ำ
20. โรงงานแห่งหนึ่งนำทิ้งจากโรงงานมีอุณหภูมิสูงมาก ถ้าท่านเป็นเจ้าของโรงงานนั้นจะมีวิธีการลดอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลงก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำโดยที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ก. ใช้พัดลมพัดให้อุณหภูมิของน้ำต่ำลง ข. ชุบบ่อพักน้ำเพื่อปล่อยให้ น้ำมีอุณหภูมิต่ำลง ค. ใช้น้ำแข็งใส่ลงในน้ำก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ ง. สูบน้ำจากแม่น้ำขึ้นมาผสมก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ จ. พ่นน้ำขึ้นไปบนอากาศให้เป็นละอองก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ	

23. ถ้าเราไม่มีหมันสำหรับบินอากาศในตู้เลี้ยงปลา นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อไม่ให้ปลาในตู้ปลาเสียเร็ว ก. ทวบน้ำในตู้เลี้ยงปลา ข. ปลุกพืชสีเขียวแล้วตั้งตู้ปลาในที่มืดแสงสว่าง ค. เติมน้ำที่เย็นลงไป ง. ให้อาหารปลาที่ละน้อยอย่าให้เหลือ จ. ตั้งตู้ปลาในที่มืดอากาศถ่ายเทได้สะดวก	25. สารพิษในอากาศที่ได้จากกลจักรก๊าซโซลีนคือก๊าซในข้อใด ก. เบนโซไพรีน ข. มีเทน ค. คาร์บอนมอนอกไซด์ ง. ไอระเหยของตะกั่ว จ. ทั้งข้อ ก. และ ง.
24. การใช้ยาฆ่าแมลงมากเกินไปทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์โลกและทำให้น้ำเสีย หากมีวิธีใดที่จะลดการใช้ยาฆ่าแมลงลง ก. ใช้พันธุ์พืชที่มีความต้านทานโรคสูงปลูกแทน ข. ปลูกก่อนหรือหลังฤดูการระบาดของแมลง ค. ปลูกพืชหมุนเวียน แมลงปรับตัวไม่ทันก็จะตายไปเพราะศัตรูพืชเลือกทำลายพืชเฉพาะอย่าง ง. ใช้วิธีการปราบแบบชีวภาพ คือใช้แมลงกำจัดแมลงกันเอง จ. หักถว้มาทั้งหมดคนันถูกทุกข้อ	26. คนไม้ที่ปลูกตามถนนในกรุงเทพฯ มักไม่ค่อยเจริญเติบโต น่าจะมีสาเหตุมาจากข้อใด ก. น้ำที่นำมาใช้รดต้นไม้มีน้สกปรก ข. เขม่าจากท่อไอเสียรถยนต์จับอยู่ที่ใบ ค. อุดหนึ่ในกรุงเทพฯ ร้อนอบอ้าว ง. เสียงของรถยนต์ดังมากเกินไป จ. มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป 27. การเกิดอาการเวียนศีรษะ แสบตา แสบจมูก เมื่ออยู่ในบริเวณที่มีการจราจรติดขัดนั้นเป็นเพราะเหตุใด ก. มีก๊าซออกซิเจนน้อย ข. มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาก ค. มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มาก ง. มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก จ. มีก๊าซไฮโดรเจนมาก

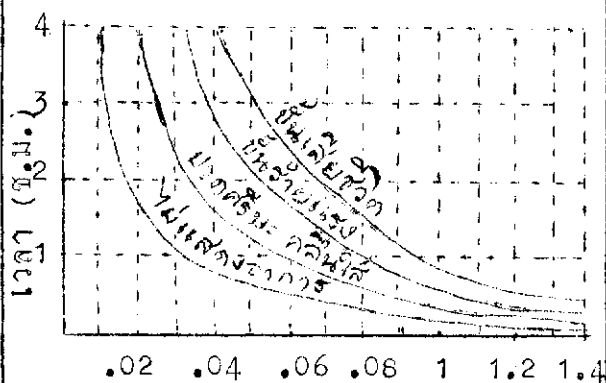
28. เวลาเรานั่งรถโดยสารปรับอากาศ จะพบป้ายประกาศว่า "งดสูบบุหรี่" เพราะเหตุใดจึงโดยสารจึงต้องติดป้ายประกาศเช่นนั้น

- ก. ในควันบุหรี่มีสารพิษที่ทำให้
- อากาศเสีย
- ข. เพื่อป้องกันไฟไหม้เบาะนั่ง
- ค. ความร้อนจากบุหรี่จะทำให้
- อากาศในรถร้อนอบอ้าว
- ง. ในรถมีน้ำมันที่ไวไฟต้องระวัง
- จ. ควันบุหรี่จะทำให้ผู้โดยสารคน
- อื่นแพ้ศบตา

คำชี้แจง ขอนุญาตไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ

29 - 30

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศ ที่เกิดขึ้นจากการหายใจเอาก๊าซเข้าไป



ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
ในอากาศ (%)

29. ถ้าในอากาศมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เท่ากับ .05% เราจะมีชีวิตอยู่ได้นานประมาณเท่าไร

- ก. 1 ชั่วโมง
- ข. 2 ชั่วโมง
- ค. 3 ชั่วโมง
- ง. 4 ชั่วโมง
- จ. 5 ชั่วโมง

30. จากกราฟแสดงให้เราเห็นว่าอันตรายที่เราได้รับจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จะมากขึ้นเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ก. ระยะเวลาที่รับก๊าซและปริมาณก๊าซที่มีอยู่ในอากาศ
- ข. เวลาที่รับก๊าซเข้าไป
- ค. ปริมาณก๊าซที่มีอยู่ในอากาศ
- ง. ขึ้นอยู่กับความอ่อนแอของร่างกาย
- จ. ปริมาณออกซิเจนในอากาศ

31. วิธีการต่อไปนี้วิธีใดที่จะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะอากาศเสียในท้องถนนได้ดีที่สุด ก. เปลี่ยนเชื้อเพลิงไปใช้ อัลกอฮอล์แทน ข. ทำท่อไอเสียรถยนต์ให้สูงขึ้น ไปในอากาศ ค. เปลี่ยนเชื้อเพลิงไปใช้ก๊าซแทน ง. เปลี่ยนรถยนต์เป็นแบบใช้ พลังไฟฟ้าขับเคลื่อนแทน จ. ลดปริมาณรถยนต์ให้น้อยลง	33. จากการสำรวจพบว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่ง สังกะสีที่โซ่มหลังคาบ้านเกิดเป็นสนิม บุกร่อนอย่างรวดเร็ว ซึ่งหมู่บ้านแห่งนี้ มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ด้วย นักเรียน คิดว่าสาเหตุที่ทำให้สังกะสีเกิดการบุกร่อน เร็วขึ้นน่าจะมีสาเหตุมาจากสิ่งใดต่อไปนี้ ก. โรงงานอาจปล่อยก๊าซซึ่งละลายน้ำ มีฤทธิ์เป็นกรด ข. เพราะสังกะสีที่โซ่มหลังคานั้นเก่า ค. สังกะสีที่โซ่มหลังคาในปัจจุบันมี คุณภาพไม่ดี ง. สังกะสีที่โซ่มนั้นเก็บไว้ไม่ດีก่อนที่จะ นำมาใช้ จ. เพราะมีฝนตกบริเวณนั้นบ่อยจึงทำ ให้สังกะสีเป็นสนิมเร็ว
32. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าคุณภาพ ภายในห้องนอนของเรามีจุลินทรีย์ อยู่หรือไม่ ก. นำจานเพาะเชื้อที่มีอาหารไป ทิ้งทิ้งไว้ในห้องนอน 30 นาที ข. ทดลองทิ้งอาหารค้างคืนไว้โดย เปิดภาชนะ ค. นำเสื้อผ้าชิ้น ๆ มาตากไว้ใน ห้องนอนแล้วคอยสังเกตการ เปลี่ยนแปลง ง. นำฝุ่นละอองในอากาศบริเวณ ห้องนอนไปส่องดูด้วยกล้อง จุลทรรศน์ จ. ดูเอาอากาศในห้องนอนแล้ว เป่าลงในน้ำซุ๊ปที่เตรียมไว้แล้ว สังเกตการเปลี่ยนแปลง	34. ค่าจำกัดความของ "โคโลนี" คือข้อใด ก. จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำ ข. กลุ่มแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม ค. จำนวนแบคทีเรียหลาย ๆ ชนิด ง. จำนวนแบคทีเรียเกินกว่า 2,500 เซล จ. กลุ่มแบคทีเรียตั้งแต่ 10 กลุ่มขึ้นไป

35. การกระทำสิ่งต่อไปนี้สิ่งใดที่ทำให้ ดินเสียน้อยที่สุด ก. ระบายน้ำทิ้งจากบ้านเรือนลง สู่พื้นดิน ข. การโรยยาฆ่าแมลงของเกษตรกร ค. การโรยปูนขาวแก่ดินเปรี้ยวต่อ เนื่องกันนาน ๆ ง. การฝังซากสัตว์และพืชลงในดิน จ. การคักไม้ทำลายป่า	37. ถ้าบ้านเมืองใดไม่มีที่กำจัดขยะมูลฝอย อย่างถูกวิธี นักเรียนคิดว่าอะไรน่าจะ เกิดขึ้น ก. ก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษมากขึ้น ข. ช่วยให้เด็กมีรายได้จากการเก็บ เศษขยะไปขาย ค. จะทำให้พื้นที่บริเวณที่น่าขยะไปทิ้ง นั้นมีความอุดมสมบูรณ์ ง. ขยะมูลฝอยจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น จ. จะทำให้บ้านเมืองนั้นมีประชาชน น้อยลง
36. ถ้าในบ้านนักเรียนไม่มีเตาเผาขยะ นักเรียนจะมีวิธีการกำจัดขยะอย่างไร ก. นำไปทิ้งนอกบ้าน ข. กองทิ้งไว้พอขยะแห้งจึงจุด ไฟเผา ค. ซุกหลุมไว้สำหรับทิ้งขยะ ง. โยนทิ้งลงแม่น้ำ จ. โยนทิ้งไว้ในบริเวณบ้าน	38. ถูพลาสติกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ท่านคิดว่าถูพลาสติกเหล่านี้จะก่อให้เกิด ประโยชน์หรือโทษอย่างไรในอนาคต ก. เกิดประโยชน์เพราะนาน ๆ ไป พลาสติกจะสลายตัวไปเป็นปุ๋ย ข. เกิดประโยชน์เพราะจะช่วยทำให้ ปริมาณดินบริเวณนั้นเพิ่มมากขึ้น ค. ไร้โทษเพราะสลายตัวช้ายากแก่ การกำจัด ง. ไร้โทษเพราะเป็นสาเหตุให้เกิด มลพิษทางอากาศ จ. เกิดประโยชน์เพราะจุลินทรีย์ย่อย สลายพลาสติกได้ยากถึงนั้นจึงไม่ เกิดกลิ่นเหม็น

39. การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในปริมาณที่มากเกินไปจนความจำเป็น วิธีการอย่างนี้อาจจะทำให้ลายภาวะแวดล้อมในข้อใดมากที่สุด ก. ป่าไม้ ข. อากาศ ค. น้ำ ง. ดิน จ. น้ำและดิน	41. การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากมูลสัตว์นั้น ถ้าไม่มีมือของหนู เราจะใช้มูลของสัตว์ใดต่อไปนี้แทนได้ ก. มูลวัว ข. มูลควาย ค. มูลม้า ง. มูลคน จ. ไร้โคทุกข้อ
40. การกระทำข้อใดต่อไปนี้จะแสดงว่ามีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ก. ปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานลงบ่อพักก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ ข. การกำจัดขยะมูลฝอยให้หมดไปโดยเผาไฟทุกวัน ค. ใช้รถจักรยายนต์แทนรถยนต์นั่งส่วนตัว ง. ปลูกลั่นไม้และพืชผักให้ได้ผลดีโดยใช้ยาปราบศัตรูพืช จ. การทำไร่เลื่อนลอย	42. โรงงานอุตสาหกรรมที่มีเสียงดังควรป้องกันและแก้ไขอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทางกายและจิตใจของคนงาน ก. จัดหาเครื่องป้องกันเสียงให้ ข. กำหนดชั่วโมงการทำงาน ค. จัดที่พักผ่อนหย่อนใจให้ ง. ทั้งข้อ ก และ ข จ. ทั้งข้อ ก, ข และ ค
	43. เสียงจากแหล่งใดต่อไปนี้อาจทำให้เกิดมลภาวะมากที่สุด ก. เสียงจากรถจักรยานยนต์ที่เอ้าใส่กรองท่อไอเสียออก ข. เสียงกนทะเลาะกัน ค. เสียงดนตรี ง. เสียงนกร้อง จ. เสียงฝนตก

คำชี้แจง

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 44 - 45

ตารางนี้เป็นตัวอย่างผลการทดลองเรื่องการเน่าเปื่อยของวัสดุบางชนิดในดิน

ลำดับที่	พลาสติก	กระดาษขาว	ผ้าขาว	ใบไม้แห้ง	กาบ	ข้าวสุก
1	ไม่เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน	มีราขาว	ไม่เปลี่ยน	ยุบ
2	"	"	"	มองดูยุบ	"	ไม่เห็น
3	"	"	"	"	"	"
4	"	ยุบบ้าง	ยุบบ้าง	เปื่อยยุ่ย	เป็นสนิม	"

44. จากผลการทดลองนี้มีสารใดบ้างที่มีโอกาสทำให้ดินเสีย ก. พลาสติก ข. กาบ ค. กระดาษขาวกับพลาสติก ง. พลาสติกกับกาบ จ. พลาสติกกับผ้าขาว	46. รถจักรยานยนต์ที่มีเสียงดังเกินกว่าระดับใดถือว่าผิดปกติ ก. 70 เดซิเบล ข. 75 เดซิเบล ค. 80 เดซิเบล ง. 85 เดซิเบล จ. 90 เดซิเบล
45. การทดลองนี้สิ่งใดที่สลายตัวง่ายที่สุด ก. ข้าวสุก ข. พลาสติก ค. กระดาษขาว ง. ใบไม้แห้ง จ. กาบ	47. ถ้าท่านได้รับให้เป็นผู้ดำเนินการแก้ไขปัญหาเรื่องภาวะแวดล้อมเป็นพิษขั้นตอนแรกท่านคิดว่าควรจะทำอะไรก่อน ก. ลดอัตราการเพิ่มของประชากร ข. ควบคุมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ค. ขยายกิจการด้านอุตสาหกรรม ง. ออกกฎหมายลงโทษผู้ที่ทำให้เกิดปัญหาล้างแวดล้อมเป็นพิษ จ. ให้ความรู้แก่ประชาชนโดยทั่วไปก่อน

48. ผลการทดลองเกี่ยวกับเรื่องเสียงที่มีผลต่อการทำงาน มีข้อใดที่ไม่ถูกต้อง

- ก. หูคนมีความไวพอที่จะได้ยินเสียงระดับ 0 เดซิเบล
- ข. โรงงานอุตสาหกรรมเปิดเครื่องจักรที่มีระดับเสียง 90 เดซิเบลได้โดยที่คนงานไม่เป็นอันตราย
- ค. ขณะที่นักเรียนเขียนตามคำบอกเมื่อเปิดวิทยุให้ดังกว่าปกติ นักเรียนจะเขียนได้ถูกต้องน้อยลง
- ง. การฟังเสียงดังติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้สุขภาพจิตเสียและอาจเป็นโรคกระเพาะ
- จ. ระดับเสียงที่มนุษย์รับฟังได้สูงสุด 120 เดซิเบล

49. นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

- 1. เตรียมจานเพาะเชื้อชนิดและขนาดเดียวกัน 4 ใบ
 - 2. ใส่ส่วนผสมสำหรับเพาะเชื้อลงในจานเพาะเชื้อทั้ง 4 ใบ
 - 3. ใส่จุลินทรีย์ ก. ปริมาณเท่ากันในจานเพาะเชื้อทุกใบที่ใส่ส่วนผสมแล้ว
 - 4. นำจานเพาะเชื้อไปใส่ตู้ซึ่งมีขนาดและรูปร่างเหมือนกันแต่มีอุณหภูมิต่างกันดังนี้คือ 10, 20, 30 และ 40 องศาเซนเซียส โดยใส่จานเพาะเชื้อตู้ละใบ
 - 5. เมื่อครบ 24 ชั่วโมงจึงทำการหาปริมาณของจุลินทรีย์ ก. ในแต่ละจาน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
- การทดลองดังกล่าวนี้ใช้ทดสอบสมมติฐานใด
- ก. อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ ก. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
 - ข. ปริมาณจุลินทรีย์ ก. แปรผันตรงกับระยะเวลา
 - ค. จุลินทรีย์ ก. เจริญได้ดีในอุณหภูมิทุกระดับภายใน 24 ชั่วโมง
 - ง. จุลินทรีย์ ก. สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วง 20 - 40 องศาเซนเซียส
 - จ. จุลินทรีย์ ก. เจริญได้ดีในอุณหภูมิค่าเท่านั้น

50. จากข้อ 49 ในการทดลองนั้นตัวแปรที่ไม่คงที่คืออะไร

ก. ชนิดของจุลินทรีย์

ข. ปริมาณจุลินทรีย์ ก.

ค. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง

ง. ปริมาณอาหารของจุลินทรีย์

จ. ขนาดของจานเพาะเชื้อ

แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำอธิบายวิธีทำ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของท่าน โดยต้องการทราบว่า จากโจทย์หรือปัญหาที่กำหนดให้ ว่าท่านต้องการแก้ปัญหาที่ท่าน จะมีแนวการคิดในลักษณะใด แบบทดสอบนี้มีข้อสอบ 30 ข้อ

2. วิธีตอบข้อสอบฉบับนี้ ให้ท่านอ่านปัญหาหรือข้อความที่กำหนดให้เข้าใจก่อน จากนั้นจึงเลือกตอบแนวคิดที่ท่านพอใจจากตัวเลือก ก ข ค ที่กำหนดให้ การตอบให้ท่าน เขียนตอบในกระดาษคำตอบ โดยเขียนเลขลงในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น ในกระดาษ คำตอบ โดย

ถ้าท่านพอใจมาก ให้เขียนเลข 3 ในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ถ้าท่านพอใจน้อย ให้เขียนเลข 2 ในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ถ้าท่านพอใจน้อยที่สุด ให้เขียนเลข 1 ในช่อง ☐ หลังตัวเลือกนั้น

ดังตัวอย่างในการตอบในข้อ (0) ดังนี้

(0) ก ☐ 3 ข ☐ 1 ค ☐ 2

3. แนวการคิดแก้ปัญหาทั้ง 3 ทางนั้นท่านไม่ต้องกังวลถึงความถูกต้องหรือผิดอย่างใด ทั้งสิ้น เพราะแต่ละตัวเลือกก็มีความเป็นไปได้ หรือมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์ ทั้งสิ้น หน้าที่ของท่านเพียงแต่พิจารณาว่า ท่านพอใจแนวการคิดแก้ปัญหาอย่างใดมากที่สุด มากกว่ากันเท่านั้นและขอให้ท่านระวังว่า ท่านต้องตอบทุกตัวเลือกในแต่ละข้อ ข้อใดที่ท่าน ตอบไม่หมดทุกข้อจะถือว่าข้อนั้นใช้ไม่ได้

4. ก่อนลงมือตอบให้ท่านเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวท่านเอง ในช่องว่าง ตอนบนของกระดาษคำตอบ ให้ชัดเจนก่อนลงมือตอบ และอย่าเพิ่งลงมือทำก่อนได้รับ คำสั่งให้ทำ

1. การพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรม นั้นทำให้ได้ผลผลิตและสิ่งประ^{ดิ}ษฐ[์] ใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น	172 ก. การพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมมัก จะทำให้เกิดปัญหาค้น^หว^งสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ติดตามมา ข. การพัฒนาการเกษตรกับการพัฒนา อุตสาหกรรมจำเป็นจะต้องมีความสอดคล้อง กัน คือจะต้องนำผลผลิตทางการเกษตร มาเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม ค. การพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมมิใช่ จะมีแต่ผลดีเสมอไป ยังมีผลเสียติดตาม มาด้วย ซึ่งนักพัฒนาทั้งหลายจะต้องคำนึง ถึงสิ่งนี้เป็นสำคัญ
2. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และพืช ล้วนแต่ต้อง การกา^สออกซิเจนสำหรับใช้ในการ หายใจ	ก. ถ้าจะไม่ให้น้ำในตู้เลี้ยงปลาเสีย เรา ควรใช้เครื่องปั๊มลม ป้อนอากาศลงในน้ำ ข. ถ้าจะทำให้กา^สออกซิเจนละลายในน้ำได้ มาก ๆ เราต้องใช้ใบพัดค่น้ำให้เป็นฟอง ค. กา^สออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. จากการสำรวจสภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ถึงพระประแดง พบว่าค่า บี โอ ดี ของน้ำสูงขึ้นทุก ๆ ปี	ก. การที่ค่า บี โอ ดี ของน้ำเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีนั้น เป็นเพราะมีการทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลลงในแม่น้ำเจ้าพระยาเพิ่มมากขึ้นทุกปี ข. น้ำทั้งจากบ้านเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำเข้าเจ้าพระยา การปล่อยลงบ่อดักเสียก่อน ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ค. รัฐบาลจะคงควบคุมดูแลเกี่ยวกับเรื่องการปล่อยน้ำเสียทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมกันอย่างจริงจังโดยส่งเจ้าหน้าที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด
4. ถ้ามีสารอินทรีย์อยู่ในน้ำจำนวนมาก ๆ จะทำให้จุลินทรีย์เจริญแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ความต้องการก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ก็จะสูงตามไปด้วย ทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำลดน้อยลงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในน้ำก็จะอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นไม่ได้	ก. ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นตัวบอกคุณภาพของน้ำว่าดีหรือไม่ ข. การที่ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยลงในแม่น้ำลำคลองนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเรื่องน้ำเสียลงได้บ้าง ค. การที่สิ่งมีชีวิตอยู่ในน้ำบริเวณหนึ่งบริเวณใด ไม่นั่นอาจจะไม่ใช่มาจากสาเหตุการขาดก๊าซออกซิเจนแต่เพียงอย่างเดียว แต่อาจมีปัจจัยอื่น ๆ อีกเช่นอุณหภูมิของน้ำสูงกว่าปกติหรือปริมาณสารเคมีมีมากเกินไป

5. ค่า บี โอ ดี คือปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในที่ไม่มีแสงสว่างเป็นเวลา 5 วัน น้ำที่มีค่า บี โอ ดี สูงกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร จักว่าเป็นน้ำเสีย	ก. ค่า บี โอ ดี ของน้ำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ข. ถ้าเราอยากจะรู้ว่าน้ำบริเวณหนึ่งบริเวณใดเสียหรือไม่ก็นำน้ำในบริเวณนั้นมาทดสอบค่า บี โอ ดี ค. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำโดยวิธีการหาค่า บี โอ ดี นั้นไม่เหมาะในการนำไปใช้ เพราะต้องใช้เวลาราว 5 วันจึงจะรู้ผล ดังนั้นควรใช้วิธีอื่น
6. แบคทีเรียโคลิฟอร์มมีอยู่ทั่วไปในน้ำและใช้เป็นเกณฑ์กำหนดว่าน้ำดีหรือเสีย	ก. การที่ปลาเกิดโรคระบาดเป็นผลอยู่ทุกปีนั้น อาจเกิดจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่อยู่ในน้ำก็ได้ ข. สระว่ายน้ำควรจะทำความสะอาดหรือใช้คลอรีนใส่ลงไปเพื่อฆ่าเชื้อโรค ค. น้ำดื่มมาตรฐานนั้นจะต้องมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้เพียง 1 เซลล์ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรเท่านั้น

7. ตารางแสดงปริมาณแบคทีเรียที่พบในเครื่องดื่มและอาหารบางชนิดต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้อยกว่า 100 โคโลนี	ปริมาณ 100-10,000 โคโลนี	มากกว่า 10,000 โคโลนี
น้ำประปา น้ำอัดลม	น้ำกรอง น้ำฝน น้ำแข็งใส่น้ำชา	น้ำหวาน ไอศกรีมกระติ น้ำปลา

- ก. จากข้อมูลถ้าเราจะเลือกน้ำไว้สำหรับดื่มควรเลือกน้ำประปา
 ข. จากข้อมูล เครื่องบริโภคต่าง ๆ ที่มีน้ำเป็นส่วนผสมล้วนแต่มีจุลินทรีย์อยู่ด้วยกันทั้งสิ้น
 ค. การที่น้ำประปาและน้ำอัดลมมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าน้ำชนิดอื่น ๆ ก็เพราะจุลินทรีย์ถูกทำลายไปจากกระบวนการผลิตน้ำเหล่านั้น

8. สารเคมีจำพวกยาฆ่าแมลงเป็นสิ่งที่มียุทธศาสตร์และโทษต่อมนุษย์

- ก. ในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ได้มีการห้ามใช้สาร ดี ดี ดี เพราะเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
 ข. ไม่ควรเก็บผักหรือผลไม้มาบริโภคทันทีหลังจากฉีดยาฆ่าแมลงเพราะสารพิษเหล่านั้นยังคงค้างอยู่
 ค. เราควรเปลี่ยนวิธีการกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืชมาเป็นการปราบโดยการใช่วิธีการทางชีวภาพ คือใช้แมลงกำจัดแมลงด้วยกันเองจะเป็นการลดอันตรายจากยาปราบศัตรูพืชวิธีหนึ่ง

9. การทำลายจุลินทรีย์โดยทั่วไปมีสองวิธีคือการใช้ความร้อนกับการใช้สารเคมีบางชนิดทำลาย	ก. การทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่ตามถวดยขามควรใช้ความร้อนในการทำลาย ข. สารเคมีที่นิยมใช้ทำลายจุลินทรีย์ได้แก่ อัลกอฮอล์และฟอร์มาดีน ค. การใช้ความร้อนกับการใช้สารเคมีในการทำลายจุลินทรีย์นั้นน่าจะให้ผลการทำลายที่แตกต่างกัน
10. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นแหล่งหนึ่งที่ทำให้น้ำเน่าเสีย	ก. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ น่าจะคิดวิธีการกำจัดน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานโดยหาทางกำจัดแบบสามารถนำทั้งน้ำและสิ่งเจือปนที่มากับน้ำกลับไปใช้ในโรงงานได้อีก ข. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมก่อนจะปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลองควรจะต้องมีบ่อพักทำให้น้ำสะอาดเสียก่อน ค. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ควรปล่อยน้ำเสียหรือสิ่งปฏิกูลและสารเคมีลงในแม่น้ำลำคลอง

11. สารที่ทำให้น้ำกระด้างได้แก่ คัลเซียมซัลเฟต คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมคลอไรด์ และ แมกนีเซียมไบคาร์บอเนต	ก. ก่อนจะนำน้ำกระด้างไปใช้เราควรแก้ความกระด้างของน้ำเสียก่อน โดยการนำไปต้มหรือเติมสารเคมีบางอย่างลงไป ข. สารเคมีที่ทำให้น้ำกระด้างนั้นนอกจากจะเกิดคามธรรมชาติแล้วมนุษย์ก็มีส่วนปล่อยสารเคมีเหล่านั้นลงไปในน้ำอีกด้วย ค. น้ำกระด้างไม่เหมาะที่จะใช้ซักฟอกเพราะต้องใช้ผงซักฟอกมากเป็นการสิ้นเปลือง
12. สารปรอทเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อโดยทำให้กล้ามเนื้ออ่อนเพลียหมดแรงและอาการทางกายสะสมไวประมาณ 50 มิลลิกรัมจะทำให้ตายได้	ก. สารปรอทนั้นเมื่อคนรับเข้าไปจะไม่ปรากฏอาการทันทีแต่สารนี้จะสะสมอยู่ในร่างกายที่ละน้อยจนถึงปริมาณหนึ่งก็จะปรากฏอาการออกมา ข. โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสารเคมีจะต้องหาวิธีการควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งที่จะปล่อยออกจากโรงงาน ค. สารปรอทนั้นมีไขจะอยู่ในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดเท่านั้น ในสินค้าบางชนิดก็มีสารปรอทอยู่ด้วย ซึ่งทุกคนจะต้องรู้และพยายามหาทางหลีกเลี่ยง

13. เมืองแรเป็นสถานที่อีกแห่งหนึ่งที่ ทำให้น้ำเสีย	ก. เมืองแรจะต้องมีบ่อพักน้ำให้กะกอนที่ อยู่ในน้ำตกกะกอนเสียก่อนที่จะปล่อยทิ้งไป ข. เมืองแรที่ทำบนพื้นดินน่าจะก่อให้เกิดมลภาวะ มากกว่าเมืองแรที่ทำในท้องทะเล ค. น้ำที่ปล่อยออกจากเมืองแรนั้นจะมีตะกอน ดินทรายปะปนมากว่ยจึงทำให้น้ำขุ่น
14. ในปัจจุบันพบว่าปลาน้ำจืดเกือบ ทุกชนิดมีสาร คี คี ที สะสมอยู่	ก. น่าจะได้มีการศึกษาปริมาณสาร คี คี ที ที อยู่ในปลาแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับ ผู้บริโภค ข. สาร คี คี ที เป็นสารที่สลายตัวยาก เมื่อ เรานำมาใช้จึงมักจะตกค้างอยู่ในดินและน้ำ ค. การใช้สารเคมีเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร กันอย่างกว้างขวางในขณะนี้จะทำให้สารพิษ ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น
15. สารประกอบฟอสเฟตเป็นปุ๋ยเคมีที่ สำคัญอย่างหนึ่งของพืช เพราะช่วย บำรุงดอกและผล	ก. ถ้าสารฟอสเฟตละลายอยู่ในน้ำจนมีความ เข้มข้นพอเหมาะประมาณ 15 ส่วนในล้าน ส่วนก็จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต ข. เราไม่ควรเทน้ำที่มีผงซักฟอกลงไปใ้ในแม่น้ำ ลำคลอง เพราะจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต ค. ควรจะได้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ของผงซักฟอกเสียใหม่โดยใช้สารอื่นแทน สารฟอสเฟตเพื่อจะไ้ช่วยลดปริมาณสาร ฟอสเฟตในน้ำให้น้อยลง

16. น้ำมันหล่อลื่นเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลองจะทำให้เกิดการเน่าเสีย	ก. น้ำมันหล่อลื่นไม่ละลายน้ำจะปกคลุมผิวน้ำ ทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้ ข. ถ้าหากกรรมวิธีในการชุบเจาะและการ ขนถ่ายน้ำมันดิบในอ่าวไทยเราขาด ประสิทธิภาพในไม่ช้าคราบน้ำมันดิบก็จะ ก่อให้เกิดปัญหาแก๊สวาร์ประมงและหาคทราย ตามชายฝั่งทะเลเกิดความสกปรก ทั้งนี้ จึงควรระมัดระวังเป็นอย่างมากในสิ่ง เหล่านี้ ค. น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วควรเผาทิ้งหรือนำ กลับไปปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นนำกลับ มาใช้งานใหม่
17. ในปัจจุบันได้เกิดสภาวะแวดล้อม อากาศเป็นพิษอยู่โดยทั่วไป	ก. ถ้าเราปล่อยให้เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษ อยู่อย่างนี้ในอนาคตมนุษย์จะต้องซื้ออากาศ บริสุทธิ์สำหรับหายใจ ข. คว้นจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากท่อ ไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุที่ทำให้อากาศ เป็นพิษมากที่สุด ค. ควรปลูกต้นไม้มาก ๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหา อากาศเป็นพิษ เพราะต้นไม้จะดูดกลืน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคายก๊าซออกซิเจน

18. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซพิษซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานปล่อยออกมา	ก. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำได้และมีสมบัติเป็นกรด ข. โรงงานควรพ่นละอองน้ำทุกวันและก๊าซพิษที่จะปล่อยออกก่อน เพื่อลดมลภาวะต่าง ๆ ลง ค. ทางโรงงานควรจะได้มีการติดตามและตรวจสอบความเข้มข้นของก๊าซต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยทั่วไป
19. แหล่งที่ทำให้เกิดอากาศเสียมากที่สุดได้แก่รถยนต์	ก. คาร์บอนมอนอกไซด์สูงมาก ข. เราจะต้องนำเครื่องยนต์ไปตรวจระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ ค. ถ้าเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้เครื่องขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า น่าจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะลงได้มาก

19. แหล่งที่ทำให้เกิดอากาศเสียมากที่สุดได้แก่รถยนต์	ก. ถ้าน้ำมันจากท่อไอเสียรถยนต์จะมีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์สูงมาก ข. เราจะต้องนำเครื่องยนต์ไปตรวจระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ ค. ถ้าเปลี่ยนเครื่องยนต์มาเป็นใช้เครื่องขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า น่าจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะลงได้มาก
20. ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซพิษต่อร่างกาย ถ้าสูดดมเข้าไปแล้วจะไปเกาะกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงไม่สามารถพาก๊าซออกซิเจนให้หมุนเวียนไปในเส้นเลือดได้	ก. การเปิดแอร์รถยนต์แล้วนั่งอยู่ในรถโดยที่รถจอดอยู่กับที่เป็นเวลานาน ๆ ไม่ควรทำ เพราะก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากท่อไอเสียรถยนต์อาจรั่วเข้าไปในตัวรถได้ ข. อันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการที่ได้รับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เล็กน้อยเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซและเวลาที่รับเข้าไปแต่ละครั้ง ค. เครื่องยนต์ของรถทุกชนิดควรจะต้องตรวจสอบและหาทางแก้ไขระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีคุณภาพ คือมีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์เพื่อเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนท้องถนนให้น้อยลง

21. ควันบุหรีมีสารเป็นพิษประกอบอยู่หลายชนิด เช่น ทาร์ เบนโซไพรีน นิโคติน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ซยาไนต์	ก. การสูบบุหรี่นั้นมิใช่จะทำลายสุขภาพของผู้สูบเท่านั้นยังทำลายทรัพย์สินของผู้สู่อีกด้วย ซึ่งเป็นการสูญเสียที่ไม่เกิดประโยชน์เลย ดังนั้นจึงควรงดสูบบุหรี่เสีย ข. สารพิษในควันบุหรี่ที่ทำให้ผู้สูบมีโอกาสเป็นมะเร็งในปอดคือ สารเบนโซไพรีน ค. ไม่ควรสูบบุหรี่ในที่ชุมชนเพราะเป็นการสร้างความรำคาญกับผู้อื่นที่อยู่ใกล้ ๆ
22. การหักล้างดางป่าทำให้ก่เกิด การสึกกร่อนพังทลาย	ก. การพังทลายของดินจะทำให้เกิดการสูญเสีย ธารน้ำ ของพืชไป ข. เมื่อมีการตัดไม้ไปใช้ประโยชน์จะต้องปลูก ต้นไม้ทดแทนเพื่อไม่ให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง ค. ทุกคนจะต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการ รักษาทรัพยากรป่าไม้ โดยร่วมมือกันดูแล บำรุงรักษาป่าไม้ไม่ให้ถูกทำลาย หรือหา ทางขยายพื้นที่ป่าให้มากขึ้น

23. โรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานมักนำเศษโลหะหรือสารเคมีที่ไม่ต้องการทิ้งลงตามพื้นดิน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินเสีย	ก. ถ้าจุลินทรีย์และไส้เดือนที่อยู่ในดินถูกทำลายลงจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณนั้นลดลง ข. สารเคมีจำพวกกรด เบส ยาปราบศัตรูพืช และโลหะตะกั่ว แคดเมียมปรอท จะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในดิน ค. การทิ้งสารเคมีและเศษโลหะลงในดินนั้นมิใช่จะทำให้ดินเสียอย่างเดียว เวลาฝนตกสารและโลหะเหล่านี้จะถูกชะล้างไหลลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้น้ำเสียอีกด้วย ดังนั้นจึงควรจัดหาที่สำหรับทิ้งโดยเฉพาะ
24. การใช้ยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลงในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั้น สารเหล่านี้จะตกค้างอยู่ในดินทำให้ดินเสีย	ก. ยาปราบศัตรูพืชที่มีสารที่เป็นโลหะประกอบอยู่ด้วย เช่นสารหนู แคดเมียม ปรอท ตะกั่ว สารเหล่านี้สลายตัวยากจะสะสมอยู่ในดินทำให้จุลินทรีย์ในดินถูกทำลาย ข. ทั้ง ๆ ที่ในปัจจุบันนี้มียาปราบศัตรูพืชที่มีคุณภาพในการทำลายสูงมาก แต่จำนวนศัตรูพืช ก็มีจำนวนมากขึ้นแสดงว่าศัตรูพืชมีความต้านทานต่อยาสูงขึ้น ดังนั้นเราควรเปลี่ยนมาปราบด้วยวิธีกลหรือวิธีชีวภาพแทน ค. ถ้าเกษตรกรเปลี่ยนมาใช้ยาฆ่าแมลงที่สลายตัวได้ง่ายก็จะช่วยลดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างได้บ้าง

25. การทิ้งขยะมูลฝอยลงในดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินเสีย	ก. ถึงแม้ว่าขยะจะเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรก็ตาม ถ้าหากมีคนรับซื้อขยะวัสดุเหลือใช้บางอย่าง เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะเก่า ๆ ก็อาจจะทำให้ปริมาณขยะลดลงได้ ข. การกำจัดขยะโดยการเผานั้นเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เรานำขยะไปแปลงสภาพใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น ทำเชื้อเพลิง ทำปุ๋ย หรือหมักทำก๊าซเชื้อเพลิง ค. ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ส่วนมากจะก่อให้เกิดการบูดเน่าส่งกลิ่นเหม็น
26. สารที่ไม่ย่อยสลายบางชนิดในขยะ เช่น ดึงพลาสติก โลหะต่าง ๆ ทำให้ทอระบายน้ำอุดตันและทำให้ดินเสีย	ก. ทุกคนไม่ควรทิ้งถุงพลาสติกหรือเศษวัสดุลงตามถนนเพราะเวลาฝนตกถุงพลาสติกจะไปอุดทอระบายน้ำทำให้เกิดน้ำท่วมถนน ข. การอุดตันของทอระบายน้ำมีไว้ว่าเกิดจากถุงพลาสติกและเศษโลหะเท่านั้น เศษหิน หวาย จากการก่อสร้างก็มีส่วนทำให้ทอระบายน้ำอุดตันได้ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้จะต้องคอยระวัง ค. ขยะโดยทั่วไปมักประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วขยะที่เป็นสารอนินทรีย์มักจะทำให้เกิดการอุดตันของทอระบายน้ำ

27. เสียงดังมาก ๆ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ	ก. การตรวจจับรถยนต์ที่มีเสียงดังไม่ควรตรวจจับเฉพาะรถจักรยานยนต์เท่านั้น ควรตรวจจับรถทุกประเภทรวมทั้งเรือยนต์ทุกประเภทด้วย เพราะฉนวนกันเสียงรบกวนจะเสียงดังขึ้น ข. บ้านที่ปลูกสร้างใกล้ถนนที่มีรถยนต์วิ่งเป็นประจำควรออกแบบบ้านให้สามารถป้องกันเสียงได้ ค. เสียงจากแหล่งต่าง ๆ ควรดังไม่เกิน 95 เดซิเบลเพราะถ้าดังกว่านี้จัดว่าเป็นเสียงที่เป็นอันตราย
28. เสียงที่มีความดังน้อยแม้ว่าจะก่อให้เกิดอันตรายไม่เท่ากับเสียงที่มีความดังมาก ๆ ก็ความแตกต่างที่ยืนติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้เกิดผลเสียได้เช่นเดียวกัน	ก. คนที่มีบ้านใกล้ ๆ สนามบินหรือถนนที่รถยนต์วิ่งเป็นประจำ มีโอกาสเป็นโรคประสาทหรือโรคกระเพาะอาหารได้มากกว่าคนที่อาศัยอยู่ในบริเวณไม่มีเสียงดัง ข. การได้ยินเสียงดังนาน ๆ จะทำให้ประสาทการได้ยินเสื่อมลง ค. คนงานที่ต้องทำงานในโรงงานที่มีเสียงดัง ๆ ควรได้รับการพักผ่อนบ้าง

29. พื้นที่ที่มีการทำเหมืองแร่ไปแล้ว จะใช้ประโยชน์อะไรไม่ค่อยได้	ก. หลังจากเลิกทำเหมืองแร่แล้วควรปรับปรุงพื้นที่ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น ปลูกต้นไม้ขึ้นมาทดแทน ข. การทำเหมืองแร่บนพื้นดินจะทำให้ผิวหนังถูกชะล้าง ค. บริเวณที่จะอนุญาตให้ทำเหมืองแร่ นั้น รัฐบาลควรจะต้องสำรวจเสียก่อนว่าสิ่งที่จะได้มากับสิ่งที่จะต้องเสียไปนั้นคุ้มกันหรือไม่
30. จากการที่ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าขึ้น อย่างมากมายนี้ ซึ่งส่งผลให้ ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวัตถุ ตามมา แต่ในขณะเดียวกันกลับ ทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ลดลง อย่างเห็นได้ชัด	ก. โรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นมากมายทุกวันนี้มีสาเหตุมาจากสิ่งแปลกปลอมทั้งหลายจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจะต้องหาทางแก้ไข ข. การพัฒนาสิ่งใดก็ตามเราจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่จะตามมาด้วย และผู้บริโภคก็จะต้องคอยระมัดระวังให้ดีกว่า ค. ผลของการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมทำให้เกิดภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เป็นพิษอย่างมากมาย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน
และการพยากรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

ปราโมทย์ แก้วสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2528

การศึกษารังนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารังนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "กัณทิวทยาภูมิ" อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน จากจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 405 คน และดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล ใช้แผนการสอน 2 แผน คือ แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นทักษะการตั้ง สมมติฐานและการพยากรณ์ กับแผน การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. และแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในรังนี้ใช้ $t - test$ กับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson Product - Moment

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นทักษะ การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนว การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิด ค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและ การพยากรณ์ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมากที่สุด รองลงมาคือด้านการนำไปใช้และด้านความรู้ความจำ ซึ่งทั้งสองด้านหลังนี้มีค่าใกล้เคียงกัน และแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์ในทางบวก

กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ค่าความรู้ความจำกับคำถามการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เลือกใช้แนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาคือ คำถามการนำไปใช้ และคำถามการคิดค้นคว้าหาแนวทาง ตามลำดับ และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์คำถามการนำไปใช้ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าความรู้ความจำกับคำถามการคิดค้นคว้าหาแนวทางมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF MATTAYOM SUKSA III STUDENTS' ACHIEVEMENT AND
COGNITIVE PREFERENCE IN SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING
THROUGH THE INQUIRY METHOD EMPHASIZING
HYPOTHESIS FORMULATION AND
PREDICTION SKILLS

AN ABSTRACT

BY

PRAMOT GAWSUCK

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
February 1985

The purposes of this study were to compare students' achievement and cognitive preference in scientific problem solving through the inquiry method, emphasizing hypothesis formulation and prediction skills

The two groups of thirty students were random sampling from 405 students during 1984 academic year. They were studying in Mattayom suksa three at Viseschaichan Tantivitayapoon, the secondary school in Amphur Viseschaichan, Ang-thong Province. The experimentation was through Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design. The tools used in experimentation and collecting data were lesson plans, the inquiry method, emphasizing hypothesis formulation and prediction skills and methods based on the IPST Teachers' manual, and the two tests of scientific achievement test and the scientific problem solving test. The data were analyzed by using t-test and Pearson Product Moment Correlation Coefficient.

The results of this study showed that there were non-significant difference in scientific achievement between students who were taught through the inquiry method, emphasizing hypothesis formulation and prediction skills and students who were taught through methods based on the IPST teachers' manual. However, their behaviors in solving scientific problem, with memory, application and questionable behavior were significant difference at .01 level. In addition, it was found that students

who were taught through the inquiry method, emphasizing hypothesis formulation and prediction skills used behavior in solving scientific problem with questionable behavior, most and with application and memory respectedly. There were positive correlation between their behavior in solving scientific problem with questionable behavior and their scientific achievement at .01 level. In other hand, there were negative correlation between their behavior in solving scientific problem with memory and application and their scientific achievement at .05 and .01 level. It was also found that the students who were taught through methods based on the IPST teachers' manual used behavior in solving scientific problem with memory more than with application and questionable behavior. There were negative correlation between their behavior in solving scientific problem with application and scientific achievement at the .05 level of significance. There were non-significantly different correlation between their behavior in solving scientific problem with memory and questionable behavior and their scientific achievement.