

๕๐๗ . 12
๗ 61๗ ก

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้
แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	10
เอกสารที่เกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์	18
เอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก	30
เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	35
เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	39
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	53
งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
งานวิจัยที่เกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์	59
งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก	63
งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	67
สมมติฐานในการวิจัย	70

3	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	71
	ประชากร	71
	กลุ่มตัวอย่าง	71
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	71
	แบบแผนการวิจัย	72
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	72
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	73
	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างทางวิทยาศาสตร์	77
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	78
	การวิเคราะห์ข้อมูล	79
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	79
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	83
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	87
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	87
	วิธีการศึกษาค้นคว้า	87
	การวิเคราะห์ข้อมูล	88
	สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า	88
	อภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า	89
	ข้อเสนอแนะทั่วไป	92
	ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป	93

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	105
บทคัดย่อ	182



ภูมิหลัง

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ ทำให้แต่ละประเทศพยายามที่จะให้พลเมืองในประเทศของตนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และในหลายประเทศก็กำลังพยายามที่จะให้พลเมืองของตนได้เป็นผู้ที่มีความสามารถทางเทคโนโลยี (ภพ เลหาไพบูลย์. 2533 : 86) สำหรับประเทศไทยได้พยายามที่จะนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาประเทศอย่างจริงจังตั้งแต่แก้ปัญหาความล่าช้าอันเนื่องมาจากการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพจึงมีความจำเป็นจะต้องวางแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นใช้เองสำหรับทดแทนการนำเข้าทั้งนี้เพื่อการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2535 : 4)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองเพื่อเป็นบุคคลที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (ผู้สดี. ตามไท. 2531 : 1) และปรับปรุงโครงสร้างของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยกระบวนการเรียนการสอนยังคงเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ มีใจรักในวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจุดเน้นที่สำคัญประการหนึ่งคือให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดสร้างสรรค์ และใช้ความคิดของนักเรียนเองมากขึ้น (สสวท. 2533 : 4) ทั้งนี้เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งเหนือไปจากลำดับขั้นของความคิดอย่างปกติเป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ (Torrance. 1963 : 47) และเป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้ (อารี รั้งสินนท์. 2532 : 2) ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 3) ที่กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ถ้าครูจัดสถานการณ์ในการเรียนการสอนที่เอื้อให้นักเรียน

แสดงออกตามแนวของการคิดอย่างสร้างสรรค์ การสอนที่มุ่งให้นักเรียนรู้จักคิด มีกิจกรรมให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2527 : 12) และจากผลการวิจัยของ ประสาท อิศรบริดา (2532) ได้วิจัยพบว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน การฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติ Torrance ที่ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน การฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติ (อารี รังสินธุ์. 2532 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965)

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องอาศัยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการคิดค้นหาคำตอบของปัญหาในชีวิตประจำวันรวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูต้องมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการและด้านความคิดของนักเรียน เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของหลักสูตร อีกทั้งประเทศไทยยังต้องการนักวิทยาศาสตร์อีกจำนวนมากเพื่อไปสู่โลกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพึ่งพาตนเองและได้ใช้ความสามารถของแต่ละบุคคลเต็มตามศักยภาพ (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. 2532 : 5) แต่จากผลการวิจัยสังเคราะห์หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกรมวิชาการ (2532 : 336 - 352) พบว่า ครูผู้สอนสอนเนื้อหามากกว่าทักษะกระบวนการ โดยยึดเนื้อหาและหนังสือเรียนมากกว่าจุดประสงค์สอนเพื่อเร่งให้จบทันเวลาเป็นเหตุให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นขาดความรู้ ทักษะพื้นฐานความคิดสร้างสรรค์ (ชุดิมา วัฒนะศิริ. 2535 : 2) และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50% ของคะแนนเต็ม (กรมสามัญศึกษา. 2531 : 33) นอกจากนี้สมจิต สมัตถพันธ์ (2535 : 1) ยังกล่าวว่าความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้แก่ การสอนที่ไม่อาจนำเอาความฉลาด สติปัญญาของนักเรียนมาใช้ในการสร้างสรรค์ การเรียนการสอนโน้มเอียงไปในทางบีบบังคับให้คล้อยตามหรือเลียนแบบมากกว่าเรียนตามกรรมวิธีของการสร้างสรรค์การเรียนการสอนที่นักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนให้เป็นคนช่างคิด ความสำเร็จของบุคคลต่อการดำรงชีวิตในสังคมนั้นบุคลิกภาพมีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บุคลิกภาพเป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรให้ความสนใจในการปลูกฝังหรือเสริมสร้างให้นักเรียน (อาภรณ์ มหาคำ. 2525 : 34) ประกอบกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

อยู่ในช่วงของวัยรุ่น เป็นวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น ต้องการรู้จักตนเอง ขอบเขตความสามารถสิทธิหน้าที่และบทบาทของตนเอง เป็นวัยแห่งการปรับตัว (วาสนา ผดุงทรง.

2529 : 3) ดังนั้น การพัฒนาบุคลิกภาพของนักเรียนเป็นสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 132) ที่ว่าจากสภาพสังคมปัจจุบันสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทางด้านการพัฒนาบุคลิกภาพของนักเรียนเพื่อมุ่งหวังการพัฒนาเยาวชนให้สามารถพึ่งพาตนเองต่อไป แต่จากงานสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2518 - 2534 ของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 125 - 126) พบว่า ผลของการจัดชั้นเรียนแบบคำนึงถึงบุคลิกภาพของนักเรียนมีเพียง 3.35% ของงานวิจัยที่ศึกษาทั้งหมดซึ่งจัดว่ามีน้อยมาก

บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจจากทุก ๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (พงษ์ธร ลิ้มปัทมวัตน์. 2534 : 20) และจากการวิจัยพบว่าบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (อรพิน พงวนศิริ. 2533 : บทคัดย่อ) ซึ่งบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะด้านความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง ความเพียรพยายามและความมั่นคงทางอารมณ์ คุณลักษณะดังกล่าวเป็นสิ่งที่เกื้อหนุน ผลักดันให้ประสบความสำเร็จในการคิดค้นสร้างสรรค์ หรือทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์และยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบุคคลให้ประสบความสำเร็จ มีความพึงพอใจในอาชีพตามศักยภาพของแต่ละบุคคลซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาสังคมต่อไป บุคลิกภาพวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากความต้องการความรู้ ความต้องการความสำเร็จ และสามารถพัฒนาได้จากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยมีพฤติกรรมเป็นตัวบ่งชี้และพฤติกรรมนั้นแสดงออกอย่างมีระบบแบบแผนจนเป็นนิสัย (สสวท. 2530 : 38 - 47) ซึ่งสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาของการสร้างแบบฝึกที่มีการจัดสถานการณ์ให้นักเรียนทำกิจกรรมซ้ำ ๆ กัน เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมตลอดจนแบบฝึก มีหลักการสร้างที่สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ (วรรณภ พ่วงสุวรรณ. 2518 : 34 - 37)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่คำนึงถึงบุคลิกภาพของนักเรียน โดยการปลูกฝัง เสริมสร้างคุณลักษณะของบุคลิกภาพเบื้องต้น

นักวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่มีการฝึกให้นักเรียนได้คิดเขียนแสดงความรู้สึกของตนเองที่มีต่อปัญหาในรูปของสถานการณ์ ผลงานของนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนและประเมินการทำงานของตนเองอย่างอิสระ อีกทั้งได้ตัดสินใจเลือกปัญหา วิธีการทดลอง เป้าหมายของการทำกิจกรรมและประเมินการทำงานของกลุ่มด้วยการอภิปรายกลุ่มตามขั้นตอนการสอนของ เฮอร์เบอร์ก เฮเลน อันจะเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางให้ผู้สอนในการนำแบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอกอสนี จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 300 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอกอสนี จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน

54 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ดังนี้

2.1 สุ่มห้อง 2 ห้อง จาก 10 ห้องเรียน โดยจับสลาก

2.2 สุ่มห้องจากกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง โดยวิธีจับสลากเพื่อเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ให้นักเรียนในห้องที่สุ่มได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาได้นักเรียน กลุ่มละ

27 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โดยใช้เวลาดทดลองกลุ่มละ 21 คาบ ๆ ละ 50 นาที

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหาเรื่อง น้ำเพื่อชีวิต บทที่ 2 ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 (ว 101) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

5.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่เกื้อหนุนและเป็นแรงผลักดันให้บุคคลประสบความสำเร็จในการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และคิดสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะด้านความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง

ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ ความขยันหมั่นเพียร ความมั่นคงทางอารมณ์

2. แบบฝึกบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นการพัฒนาและเสริมสร้างคุณลักษณะของบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนการสอนของเฮอร์เบิร์ต เอเลน ลงในแบบฝึกที่สร้างขึ้นตามหลักการสร้างของ บัททส์ ซึ่งมีรายละเอียดของแบบฝึกดังนี้

2.1 ชื่อแบบฝึก

2.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

2.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติประกอบด้วย

2.3.1 ขั้นสำรวจปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น
- นักเรียนศึกษาบทความที่เป็นปัญหาในปัจจุบันจากหนังสือพิมพ์วารสาร ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนและเขียนความคิดเห็นที่มีต่อบทความ
- นักเรียนศึกษาผลงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักประดิษฐ์ที่มีผลงานเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน และเขียนความรู้สึกที่มีต่อผลงานดังกล่าว

2.3.2 ขั้นวางแผน

- นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อเลือกปัญหาในการทดลองและตั้งสมมติฐานในการทดลอง
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือกอุปกรณ์

เขียนวิธีการทดลองเลือกแบบบันทึกการทดลอง

- นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำการทดลอง

2.3.3 ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่วางแผนไว้และบันทึกผลลงในแบบฝึก

2.3.4 นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม

2.4 ประเมินผล นักเรียนทำแบบฝึกหัด

3. การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

3.1.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลงในแบบฝึกหัดฝึกภาพเขียน

นักวิทยาศาสตร์เป็นรายกลุ่มในชั้นสำรวจปัญหา

3.1.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลงในแบบฝึกหัดฝึกภาพเขียน

นักวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มในชั้นวางแผน

3.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเป็นไปได้ของการทดลอง

และอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องการนอกเหนือจากที่กำหนด ให้นักเรียนเลือก

3.2 ขั้นทดลอง

3.2.1 นักเรียนปฏิบัติทดลองที่นักเรียนวางแผนไว้

3.2.2 นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในแบบฝึก

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

3.3.3 นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม

3.3.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบฝึก

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

4.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ในบทเรียน

4.1.2 ครูอ่านผลงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับ

เนื้อหาในบทเรียน และให้นักเรียนบอกถึงความรู้สึกที่มีต่อผลงาน

4.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานในการทดลอง

4.1.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังในการทดลอง

4.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและ

นักเรียนเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.3.3 นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม

4.3.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัด

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง น้ำเพื่อชีวิต จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

5.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก เขียนภาพประกอบ ขยายข้อความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายและสรุปข้อมูล และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ที่สัมพันธ์เข้าด้วยกันเป็นสิ่งใหม่หรือรูปแบบใหม่ หลายคำตอบ หลายวิธี จากสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่

6.1 ความคล่องในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

6.2 ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือ
แก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

6.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งใหม่ ๆ ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำเสนอเอกสารและงานวิจัยต่อไปนี้
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
(ฉบับปรับปรุง 2533) มีวัตถุประสงค์ 6 ข้อคือ

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมใน ซึ่งที่มีอิทธิพลและกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้หน้าความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงต้องมุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเสาะแสวงหาความรู้ การเรียนจะต้องสอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความต้องการของสังคมปัจจุบันตลอดจนเตรียมพร้อมเพื่ออนาคต ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในปัจจุบัน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และในการเรียนการสอนนั้นต้องคำนึงถึงหลักการและพื้นฐานทางจิตวิทยาด้วย

หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเรื่องการเน้นพัฒนาทางสมองของเพียเจต์ (ลัดดา ศุภปริดี, 2533 ; อ้างอิงมาจาก Piaget, n.d.) นักจิตวิทยาที่ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็น 2 ประการคือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับรู้ใหม่ได้ ดังนั้นโครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ขั้นนี้ทำให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่ความรู้เดิมซึ่งแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้น ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ซันด์ (สวัตส์กี นิยมคำ. 2517 : 155 ; อ้างอิงมาจาก Sund. 1976) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับอย่างมีชีวิตชีวา กับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้ นักเรียนอยากเรียน มิใช่บังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเองให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ เป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้ตนเอง เป็นวิธีการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้นซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาผลอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล และชัดเจน (วราภรณ์ ชัยโอกาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. n.d.) ได้กล่าวถึงผลการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะรู้ได้มากกว่าการเรียนรู้แบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถรับประสบการณ์ต่าง ๆ ได้ได้มากกว่าซึ่งเป็นไปตามความต้องการความอยากรู้อยากเห็นและเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน เหมาะกับอัตราความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แรงจูงใจสูง เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระและกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาด้านความรู้ความจริง และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นนามธรรม ที่นักเรียนสรุปได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

ตามความหมายและผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ถ้านักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจะทำให้ได้ความคิดรวบยอดที่จดจำได้นาน การสอนแบบสืบเสาะมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ยังคงเน้นกระบวนการเรียนการสอนสืบเสาะหาความรู้เป็นหลัก นักเรียนจะมีโอกาสร่วมกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการทดลอง การอภิปราย การศึกษาค้นคว้า ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันจะนำไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยพิจารณาในแง่ของกิจกรรมที่ถูกนำมาใช้คือการอภิปรายและการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 16)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายหลังการทดลอง

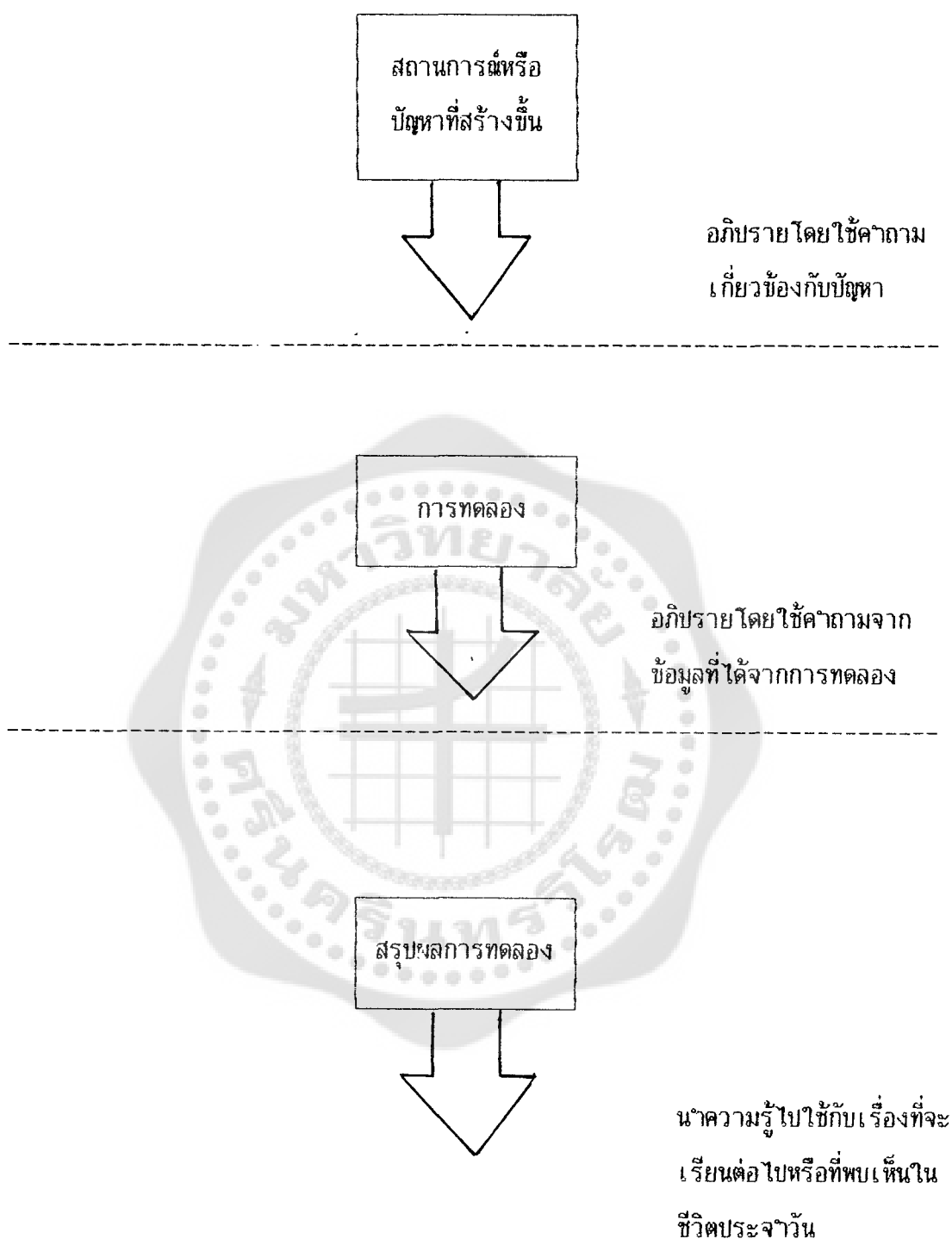
ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5 - 6) ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงบทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนในเนื้อหาที่มีการทดลองว่า

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) หรือการอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลองนั้น ผู้สอนต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัยหรือแนะแนวทางเพื่อผู้เรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไปตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทดลอง เช่น นักเรียนควรทำอะไรก่อน หรือนักเรียนไม่ควรทำอะไรตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2. การทดลอง (Experimental Period) ผู้สอนจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย มิใช่ให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพัง

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถให้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ในการทดลองสรุปเป็นกฎ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปการทดลองได้แล้วยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดกว้างขวางขึ้นและมองเห็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้ เรื่องเหล่านี้มา ได้อย่างไรอีกด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นยอมรับฟังความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำมาสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจจะเขียนเป็นแผนภูมิแสดง ได้ดังนี้



ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือ ปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา สถานการณ์ หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถให้นักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนของการทดลอง ตลอดจน ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลในขั้นที่นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลองและบันทึกผลโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกิจกรรมที่สำคัญ คือการอภิปรายและการทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะสอดคล้องกับความมุ่งหมาย หรือวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้นั้น ครูผู้สอนมีบทบาทโดยตรงในการจัดประสบการณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูควรเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจเนื้อหาของบทเรียนเป็นเรื่อง ๆ ได้มากขึ้น ครูควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะให้นักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปไม่ใช่เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตลอดเวลา ดังนั้น จึงควรให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลองและร่วมกันอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่นการนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำถามทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้คำถามนั้นไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนอยู่ ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนกลับเข้าสู่เรื่องที่อภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ครูจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนอยู่ตลอดเวลา อาจจะทำให้มีบางโอกาสไม่สามารถตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูมิใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิดหรือหลักการเร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ และแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจได้เพียงพอถึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็น หรือโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งการสอนเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 7) ยังได้
เสนอแนะบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอธิบายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระมีเหตุผล
4. พุด ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนมุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
อย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ตอบให้คำแนะนำช่วยเหลือ
และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติการ
ทดลอง ตลอดจนสรุปเป็นความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นการพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์อีกด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

บุคลิกภาพมีความสำคัญทั้งด้านชีวิตส่วนตัว และชีวิตการทำงาน ก่อให้เกิดความรู้สึก
ชื่นชอบและสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานตามเป้าหมาย
ที่กำหนดไว้ ตลอดทั้งย่อมได้รับความร่วมมือ ความเชื่อถือ จากบุคคลที่แวดล้อมเกิดความเชื่อมั่น
ในตนเอง ซึ่งบุคคลแต่ละบุคคลจะมีลักษณะของตน แบบแผนการแสดงพฤติกรรมของแต่ละคน
อาจจะคล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน นักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าบุคลิกภาพ
ในลักษณะที่เป็นปฏิกริยาตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งเร้า ไว้ดังนี้

ภิญโญ สาร (2515 : 29) กล่าวว่า บุคลิกภาพหรือ ความเป็นตัวของตัวเอง
ของบุคคลในด้านกายภาพ และความต้องการ หรือความจำเป็นเฉพาะอย่างของบุคคลแต่ละคน
ซึ่ง ไม่มีเหมือนกัน ดังนั้นแต่ละคนจะมีบุคลิกภาพของตนเองไม่ซ้ำแบบใคร

คอนเนล (Connell. 1974 : 610) ให้ความหมายว่า บุคลิกภาพหมายถึง ลักษณะที่บุคคลคิดจะประพฤติเมื่อเขาต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมการคิด และพฤติกรรมดังกล่าวนี้ได้รับอิทธิพล จากลักษณะเฉพาะค่านิยม แรงจูงใจ พันธุกรรม เจตคติ อารมณ์ ความสามารถ ภาพพจน์เกี่ยวกับตนเอง ความเฉลียวฉลาด และความกล้า แสดงออก

สมิธ และคนอื่น ๆ (Smith and others. 1982 : 411 - 412) ได้กล่าวว่า บุคลิกภาพเป็นเสมือนผลของการรับรู้ที่เกิดจากการรับรู้ของผู้อื่น แล้วเขามีปฏิกิริยาตอบสนอง ทำให้เจ้าของบุคลิกภาพได้ตระหนักในบุคลิกภาพของตนเอง หรือ ถ้ามองให้กว้างขึ้นไปอีก บุคลิกภาพอาจจะหมายถึง การรับรู้พฤติกรรมรวมทั้งหมดของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ทั้งในสิ่งที่ มองเห็นได้ ได้แก่ ลักษณะของพฤติกรรม และสิ่งที่มองไม่เห็น ได้แก่ ความสนใจ ซึ่งจะทำให้ คนอื่นสามารถที่จะ เข้าใจและแยกแยะความแตกต่างของบุคคลนั้นจากคนทั่วไปได้

จรรยา สุวรรณทัต และดวงกมล เวชบรรยงรัตน์ (2529 : 219) กล่าวว่า บุคลิกภาพหมายถึง แบบแผนพฤติกรรมของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่เป็นที่รับรู้กันโดยทั่วไปเป็นลักษณะ รวมของบุคคลนั้น อันประกอบด้วยพฤติกรรมที่แสดงออกและลักษณะภายในของบุคคล ซึ่งทำให้บุคคลนั้นมี

นอกจากนี้ กันยา แสงสุวรรณ (2533 : 2 - 3) ได้อธิบายความหมายของ บุคลิกภาพไว้ว่าเป็นแบบแผนของพฤติกรรม ช่วยแสดงให้เอกลักษณ์ หรือลักษณะเฉพาะบุคคลทำให้ สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ เมื่อพฤติกรรมเกิดขึ้นบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ ไม่ว่าจะมี สิ่งแวดล้อมใดพฤติกรรมเป็นสิ่งที่แสดงออกมาเนื่องจากกระบวนการภายในร่างกายของบุคคล มีความรู้สึก และสั่งการภายในระบบสมอง แล้วจึงปรากฏเป็นพฤติกรรม และพฤติกรรมที่แสดง ออกมีลักษณะที่มีระบบระเบียบมีโครงสร้างที่แน่นอน

อาจกล่าวได้โดยสรุปได้ว่า บุคลิกภาพหมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกประจำ จนเป็นปกติวิสัย และเป็นลักษณะเฉพาะของบุคคลนั้น ๆ เกี่ยวกับบุคลิกภาพมีนักจิตวิทยาหลายกลุ่ม อธิบายไว้แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อและแนวความคิด สำหรับทฤษฎีที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ คือทฤษฎีคุณลักษณะซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 40 - 47) ได้ศึกษารวบรวมไว้ มีรายละเอียดดังนี้

นักทฤษฎีบุคลิกภาพที่อธิบายธรรมชาติที่แท้จริงของคุณลักษณะอย่างชัดเจน คือ ออลพอร์ท และแมคเคลแลนด์ โดยออลพอร์ท ได้กล่าวไว้ชัดเจนว่า คุณลักษณะคือระบบที่อยู่ภายใน โครงสร้างทางกายและจิต และยืนยันว่าคุณลักษณะเป็นสิ่งที่อยู่จริงในตัวบุคคล ในกายอยู่ที่ระบบประสาท และในจิตอยู่ที่โครงสร้างของจิต ส่วนแมคเคลแลนด์ ได้ให้นิยามคุณลักษณะว่าเป็นความโน้มเอียงที่เกิดจากการเรียนรู้ ที่จะตอบสนองต่อสถานการณ์หนึ่งในวิธีการเดียวกันการตอบสนองที่ประสบผลสำเร็จต่อสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันในอดีต เมื่อถูกกระตุ้นเหมือนเดิม

ธรรมชาติของคุณลักษณะที่นักทฤษฎีบุคลิกภาพทางด้านคุณลักษณะมีความเห็นสอดคล้องกันดังนี้

1. ความคงทนแต่ไม่ถาวร เช่น คน ๆ หนึ่งมีความวิตกกังวลสูง เขาจะมีลักษณะนี้ฝังแน่น แต่เมื่อได้รับการบำบัดแล้ว เขาอาจจะกลายเป็นคนที่มีความวิตกกังวลต่ำ และก็จะมีคุณลักษณะนี้ฝังแน่นแทน

2. ความสม่ำเสมอ เช่น เคยตอบสนองได้ตอบสนองสถานการณ์หนึ่งอย่างไร เมื่อมีสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันมากกระตุ้นอีก ก็จะตอบได้ในลักษณะเช่นเดิม

ออลพอร์ท ได้อธิบายว่า ลักษณะหรือคุณลักษณะที่แท้จริงของบุคลิกภาพมีธรรมชาติทั้ง 2 อย่าง ข้างต้น แคทเทิล ได้นิยามคุณลักษณะว่าเป็นอุปนิสัยคงทนสัมพัทธ์ที่จะรับรู้สิ่งต่าง ๆ เฉพาะอย่างโดยวิธีการต่าง ๆ เฉพาะชนิดและตอบสนองด้วยวิธีการต่าง ๆ เฉพาะวิธี กิลฟอร์ด ได้นิยามว่าคุณลักษณะเป็นสิ่งที่สรุปอ้างอิงมาจากพฤติกรรมของบุคคล และเน้นว่าเป็นการสรุปถึงอุปนิสัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในทางบวกซึ่งนิสัยก็คือการที่บุคคลตอบสนองต่อสิ่งเร้าชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างสม่ำเสมอคงเส้นคงวา

กิลฟอร์ด อธิบายว่า คุณลักษณะใด ๆ จะมีระดับ เช่น คน ๆ หนึ่งมีคุณลักษณะเป็นตัวของตัวเองสูง อีกคนหนึ่งอาจมีคุณลักษณะค่อนข้างเป็นตัวของตัวเอง คนที่ 3 มีคุณลักษณะตรงข้ามเล็กน้อย และคนที่ 4 อาจมีคุณลักษณะไม่เป็นตัวของตัวเอง

แมคเคลแลนด์ ได้เน้นในเรื่องคุณลักษณะที่ร่วมกันในตัวบุคคล (Common Traits) โดยอธิบายว่า คุณลักษณะร่วมหาได้จากสถานการณ์ร่วมซึ่งมีความหมายต่อคนจำนวนมากเช่นเดียวกัน เช่นในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสถานการณ์ร่วมกันในบุคคลจำนวนมากเช่นเดียวกัน จะพบคุณลักษณะร่วม เช่นการคิดโดยมองภาพรวมทั้งหมด กับความคิดแบบวิเคราะห์ การมีจินตนาการกับการไม่มีจินตนาการ หรือการมองจากภายในกับการมองจากภายนอก เป็นต้น กิลฟอร์ดอธิบายว่าคุณลักษณะผันแปรในขนาดที่ร่วมกันในตัวบุคคล ถ้าเป็นคุณลักษณะร่วมกันของคนจำนวนมากขึ้น คุณลักษณะนั้นจะมีความเป็นสากล (Universality) มากขึ้น สำหรับออลพอร์ท แม้เห็นว่าคุณลักษณะร่วมไม่ใช่คุณลักษณะที่แท้จริง กล่าวคือไม่มีคนคู่ใดที่เหมือนกันไม่ว่าจะพิจารณาคุณลักษณะใดแต่เขาก็ยอมรับว่าอาจมีความคล้ายคลึงกันระหว่างบุคคล ซึ่งประกันว่ามีคุณลักษณะร่วมอย่างหยาบ ๆ ในบุคคลหลายคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัฒนธรรมและสังคมหนึ่ง ๆ ทำให้คนในสังคมนั้น ๆ ดำเนินชีวิตคล้ายคลึงกันจนทำให้รูปแบบการปรับตัวของบุคคลเหล่านั้นสามารถเปรียบเทียบกันได้ ออลพอร์ทยังเห็นว่าคุณลักษณะร่วมกันเป็นเพียงคุณลักษณะที่ซับซ้อนในด้านที่สามารถวัดได้เท่านั้น และเป็นด้านที่จะนำมาจัดระดับนั้นคือเราสามารถกล่าวได้ว่า นาย ก. มีคุณลักษณะหนึ่ง ๆ มากกว่า นาย ข.

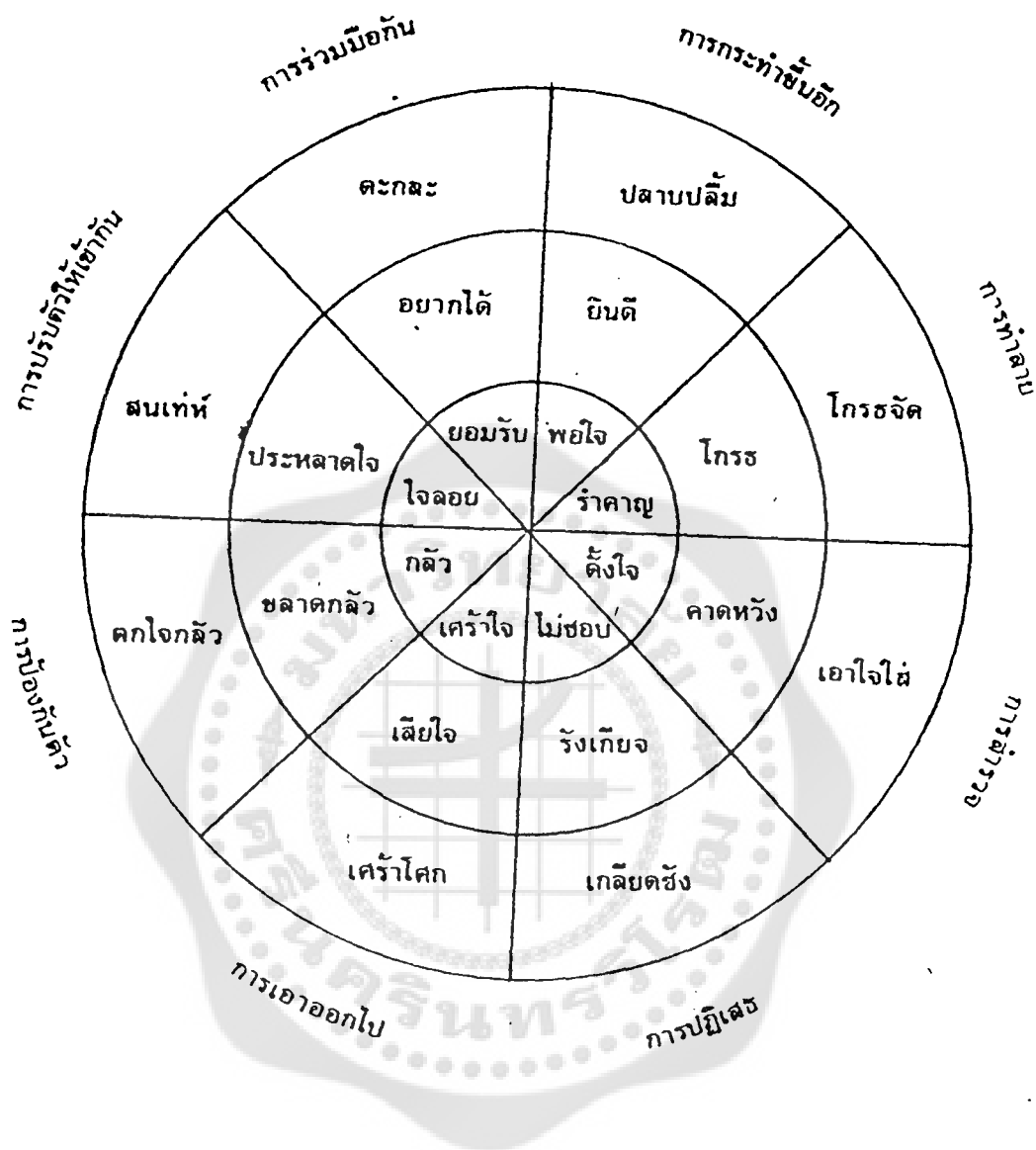
นักทฤษฎีบุคลิกภาพมีความเห็นตรงกันอีกว่า คุณลักษณะมีการก่อตัวขึ้นตามระดับชั้น ในทัศนะของออลพอร์ท การก่อตัวของคุณลักษณะเริ่มจากคุณลักษณะระดับรอง (Secondary Trait) ตามลำดับไปสู่คุณลักษณะสำคัญ (Central trait) และคุณลักษณะหลัก (Cardinal Trait) ตามลำดับ ส่วนกิลฟอร์ดมีความเห็นว่าคุณลักษณะมีการก่อตัวดังนี้ การกระทำ (Actions) หลาย ๆ การกระทำรวมขึ้นเป็นลักษณะนิสัยย่อย (Hexis) ลักษณะนิสัยย่อยหลาย ๆ ลักษณะนิสัย รวมขึ้นเป็นคุณลักษณะเบื้องต้น และคุณลักษณะหลาย ๆ คุณลักษณะรวมขึ้นเป็นรูปแบบบุคลิกภาพ สำหรับความเห็นของไอแซกสัน คล้ายคลึงกับของกิลฟอร์ดกล่าวคือพฤติกรรมของการตอบสนองตอบโต้ต่อสิ่งเร้ากระตุ้นอย่างเฉพาะอย่าง (Specific Response) หลาย ๆ พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกันรวมขึ้นเป็นนิสัย หลาย ๆ นิสัยอย่างเกี่ยวข้องกันรวมขึ้นเป็นคุณลักษณะ และคุณลักษณะหลาย ๆ คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกันรวมขึ้นเป็นรูปแบบของบุคลิกภาพ ส่วนแคทเทลม์มีทัศนะว่าคุณลักษณะมีการก่อตัวดังนี้ แนวโน้มเอียงของพฤติกรรม (Behavior Tendencies) หลายอย่างสัมพันธ์กัน รวมขึ้นเป็นคุณลักษณะต้นตอขึ้นที่ 1 คุณลักษณะที่สัมพันธ์กันรวมขึ้นเป็น คุณลักษณะต้นตอขึ้นที่ 2 และคุณลักษณะต้นตอที่ 2 หลาย ๆ คุณลักษณะที่สัมพันธ์กันรวมขึ้นเป็นคุณลักษณะต้นตอขึ้นที่ 3 ตามลำดับ

ออลพอร์ท เชื่อว่า คุณลักษณะมีธรรมชาติอีกอย่างหนึ่งคือ ไม่อยู่นิ่งเฉย ต้องทำหน้าที่ควบคุมการรับสิ่งกระตุ้น และนำทางพฤติกรรมตอบโต้ให้เหมาะสม แต่ตัวคุณลักษณะเองไม่สามารถเริ่มพฤติกรรมเพราะคุณลักษณะอยู่ในสภาพลังงานศักย์ ต่อเมื่อข้อเรียกร้องของการดำรงชีวิต ทั้งจากสิ่งแวดล้อมภายนอก หรือความกดดันภายในจะทำให้มันเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพเคลื่อนไหว ธรรมชาติของคุณลักษณะเช่นนี้คือ แรงจูงใจ ตามทัศนะของออลพอร์ทนั่นเอง และแคทเทิลเรียกคุณลักษณะที่เคลื่อนไหวนี้ว่า Dynamic Traits หรือก็คือความต้องการ ตามทฤษฎีของเมอร์เรย์ และในทำนองเดียวกันความต้องการความสำเร็จตามทฤษฎีของแมคเคลแลนด์ และแอตคินสันก็เป็นเช่นกัน

อย่างไรก็ตามแรงขับหรือแรงจูงใจตามความหมายของแคทเทิล แสดงออกมาในรูปหน่วยกระตุ้นตอบโต้ ซึ่งเขาเรียกว่า เจตคติ เจตคติที่จับกลุ่มมีอารมณ์เป็นตัวร่วมจะเรียกว่า พลัง (Erg) และเจตคติที่จับกลุ่มโดยมีวัตถุหรือสถาบันเป็นตัวร่วมจะเรียกว่า ความรู้สึกทางใจ หรือ เจตสิก (Sentiment)

แคทเทิล ถือว่าแรงขับ แรงจูงใจ พลังเจตสิก หรือความต้องการก็คือ คุณลักษณะต้นตอ (Source Traits) เช่นเดียวกับแมคคูล์และพรอยด์ ก็ถือว่าสัญชาตญาณเป็นต้นตอของพฤติกรรมต่าง ๆ เช่นกัน สำหรับอารมณ์นั้น มิลส์เลอว์ทำการทดลองเรื่องการเรียนรู้ พบว่าความกลัวทำหน้าที่กระตุ้นให้หนูเรียนรู้ใช้วิธีการตอบโต้ชนิดใหม่ ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่า อารมณ์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแรงจูงใจ และทอมกินส์ ก็ได้ตั้งทฤษฎีกับอารมณ์และแรงจูงใจไว้ว่าระบบแรงขับและระบบความรู้สึกมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน แรงขับต้องได้รับการหนุนเพิ่มจากความรู้สึกเสียก่อน จึงสามารถกระตุ้นพฤติกรรมได้ สรุปได้ว่าอารมณ์ก็เป็นต้นตอของพฤติกรรมอีกอย่างหนึ่ง

ฟลุตซิด ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างของอารมณ์ไว้ โดยจัดอารมณ์เป็นโครงสร้างแบบวงกลมให้ที่อยู่ใกล้ชิดกันมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าอารมณ์ที่จัดอยู่ห่างกันออกไป ส่วนอารมณ์ที่ตรงข้ามกันให้อยู่คนละขั้ว และให้ระยะห่างจากศูนย์กลางของวงกลมแทนระดับความเข้มของอารมณ์แต่ละประเภท ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วงกลมแสดงทฤษฎีโครงสร้างทางอารมณ์ของพลุฑิค

จากภาพประกอบ 2 นี้ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอารมณ์กับหน้าที่ หรือ การกระทำเช่น เมื่อมีอารมณ์ ตั้งใจ คาดหวัง หรือเอาใจใส่ บุคคลจะทำการสำรวจสิ่งต่าง ๆ ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มีอารมณ์เป็นต้นตออันหนึ่งด้วย

สำหรับขั้นตอนทางด้านการต้องการนั้น มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

มาสโลว์ ได้เสนอทฤษฎีระดับขั้นของความต้องการของบุคคลไว้ว่า บุคคลมีความต้องการเป็นสำคัญลำดับขั้นจากต่ำสุดถึงสูงสุด ก่อนที่จะตอบสนองความต้องการในระดับสูง บุคคลจะต้องสนองความต้องการระดับต่ำเสียก่อน ลำดับขั้นของความต้องการของบุคคลมีดังนี้

1. ความต้องการทางสรีระ เช่น ต้องการดื่ม ต้องการกิน
2. ความต้องการความปลอดภัย เช่น ต้องการหลีกเลี่ยงไม่ให้ล้มหัวน็อกพื้น
3. ความต้องการเป็นเจ้าของ และต้องการความรัก
4. ความต้องการความนับถือ สถานภาพ และการยอมรับ เช่น ต้องการมีชื่อเสียง
5. ความต้องการบรรลุความเป็นจริงที่ตนเองมุ่งหวัง บรรลุความครบถ้วนสมบูรณ์แบบ

และความนับถือตนเอง เช่นต้องการเป็นนักกีฬาระดับอาชีพ

ฉะนั้นความต้องการในขั้นต่าง ๆ เหล่านี้ ย่อมเป็นต้นตอสำคัญที่จะก่อหนุ้ให้บุคคลมีบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์

เมอร์เรย์ ได้เสนอทฤษฎีความต้องการของบุคคลว่าต้องการความต้องการเป็นแรงที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ และการกระทำของบุคคล โดยทำให้สภาพของกิจกรรมที่ไม่น่าพึงพอใจเปลี่ยนไปในแนวทางใดแนวทางหนึ่ง เขาได้บรรยายความต้องการของบุคคลไว้ 20 ชนิด เช่น ความต้องการความสำเร็จ ความต้องการการมีอำนาจเหนือผู้อื่น ความต้องการช่วยเหลือผู้อื่น ความต้องการทำตามความต้องการคนอื่น ความต้องการความก้าวหน้า ความต้องการความเป็นระเบียบ ความต้องการการปลอบใจ ความต้องการการยอมรับ เป็นต้น

ความต้องการที่เป็นต้นตอสำคัญที่ก่อหนุ้ให้บุคคลมีบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ก็คือ ความต้องการความสำเร็จ และความต้องการความรู้ ส่วนความต้องการอื่น ๆ อาจจะมีส่วนเป็นต้นตอด้วยแต่ก็ไม่เด่นชัด

เมอร์เรย์ ได้ให้รายละเอียดของบุคคลที่มีความต้องการความสำเร็จไว้ว่า เป็นคนที่พยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จดีกว่าคนอื่น ต้องการเอาชนะความยุ่งยาก และอุปสรรคทั้งหลาย ตั้งมาตรฐานไว้สูงเป็นต้น ส่วนบุคคลที่มีความต้องการความรู้นั้น เมอร์เรย์ให้รายละเอียดไว้ว่า เป็นคนที่ชอบสร้าง สืบรวจ ตั้งคำถาม และพอใจที่จะได้เห็น ชอบดู ชอบฟัง และชอบการตรวจสอบ ชอบอ่าน และชอบค้นหาความรู้

แมคเคลแลนด์ และคนอื่น ๆ ได้ศึกษาความต้องการความสำเร็จของเมอร์เรย์อย่างละเอียดโดยศึกษาในรูปของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์พัฒนามาจากความคาดหวังที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แรงจูงใจนี้มีความสำคัญต่อสังคม เป็นแรงผลักดันให้คนก้าวหน้าและพยายามเพื่อความสำเร็จ ต่อมาแอทคินสันได้ตั้งทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ขึ้นโดยแยกเป็นแรงจูงใจเพื่อความสำเร็จ กับแรงจูงใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว และได้สร้างสมการคำนวณแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ขึ้น

ส่วนความต้องการความรู้ของเมอร์เรย์นั้น พอร์กูส และซุลแมน ได้เรียกชื่อใหม่ว่าเป็นแรงจูงใจใฝ่ความรู้ (Cognitive Motive) ซึ่งถือได้ว่าเป็นต้นตอของพฤติกรรม การแสวงหาความรู้

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นทั้งหมด สรุปได้ว่า คุณลักษณะที่ประกอบขึ้นเป็นบุคลิกภาพของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มียุ่จริงในตัวบุคคล เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ในสภาพของสังคม และวัฒนธรรมที่มีสถานการณ์บางอย่างร่วมกัน คนในสังคมก็จะมีคุณลักษณะนี้ร่วมกัน และสามารถนำคุณลักษณะร่วมเหล่านี้มาเปรียบเทียบกันได้ คุณลักษณะเหล่านี้มีแนวโน้มเอียงของพฤติกรรมเป็นตัวชี้บ่งพฤติกรรมที่ชี้บ่งจะมีลักษณะคงเส้นคงวาเมื่อมีสิ่งกระตุ้นเป็นเช่นเดิม บุคคลเมื่อมีคุณลักษณะหนึ่ง จะไม่มีคุณลักษณะเช่นนั้นคงที่ตลอดไป ซึ่งคุณลักษณะที่บุคคลอยู่อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ เมื่อเขาได้รับการพัฒนาหรือแก้ไขอย่างใดอย่างหนึ่ง

คุณลักษณะที่ประกอบเป็นบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์นี้เป็นสิ่งที่ไม่อยู่นิ่งเฉย มีหน้าที่ควบคุมการรับสิ่งกระตุ้น และนำทางพฤติกรรมตอบโต้ เป็นต้นตอของพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะดังกล่าวนี้มีพื้นฐานมาจาก แรงขับ แรงจูงใจ ความต้องการ เจตสิก พลัง สัญชาตญาณ หรืออารมณ์ก็ได้ ต้นตอของพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมี 2 ประการคือความต้องการความรู้ และความต้องการความสำเร็จ ซึ่งทั้ง 2 อย่างนี้เป็นพลังผลักดันและพลังเกื้อหนุนให้บุคคลประดิษฐ์คิดค้นหรือสร้างสรรค์ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์จนประสบความสำเร็จ

จากการศึกษาถึงทฤษฎีบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์สามารถปลูกฝังพัฒนาได้ บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์จึงเป็นลักษณะที่ควรส่งเสริมให้เยาวชนของชาติให้เป็นผู้มีคุณลักษณะดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำคุณลักษณะที่ประกอบกันเป็นบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มาปลูกฝัง และเสริมสร้าง แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นวัยที่อยู่ในช่วงของวัยรุ่นและมีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลาย ๆ ด้าน เป็นผลให้เกิดปัญหาในการปรับตัวเข้ากับสภาพของร่างกายและสังคม เพราะนอกจากเป็นการ

ปลูกฝัง เสริมสร้างคุณลักษณะนี้เป็นพื้นฐานในการเรียน การทำงาน การดำรงชีวิตในสังคม
 แล้วยังเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาได้เต็มตาม
 ศักยภาพ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาบุคลิกภาพของ
 นักเรียน ซึ่งคุณลักษณะที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในงานวิจัยนี้คือคุณลักษณะของ
 บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

ลักษณะธรรมชาติของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มีขอบข่ายกว้างขวางครอบคลุมไปถึง
 สิ่งที่เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) จิตใจของวิทยาศาสตร์
 (Scientifically Minded) และพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ Scientific Behavior
 ด้วย เพราะเจตคติมีความเกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพอย่างแนบแน่นหน้าที่หลักของเจตคติก็คือ แสดง
 เอกลักษณ์ของบุคคล กล่าวคือบุคคลแสดงเจตคติอย่างหนึ่งเพื่อแสดงให้เห็นว่าเขาปรารถนาที่จะ
 เป็นบุคคลอย่างนั้น (Mcguire. 1969) สำหรับการมีจิตใจของนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งเดียวกับ
 กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ คือตัวชี้บ่งเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
 ซึ่งก็คือตัวชี้บ่งบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2530 : 10)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2530 : 3 - 7) ได้สรุป
 คุณลักษณะบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 7 ด้านดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความปรารถนาที่จะแสวงหา
 ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็นจะมีมากเมื่อสิ่งที่มา
 กระตุ้นความปรารถนามีลักษณะแปลกใหม่ ชับซ้อน หรือไม่เข้ากับสิ่งที่เคยรู้

พฤติกรรมที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ได้แก่

พฤติกรรมเข้าหาสิ่งที่ให้ความรู้ หรือเหตุการณ์ที่จะให้ความรู้

1. ดู สังเกต ชิม (ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5)
2. อ่าน ฟัง
3. ชักถาม ตั้งคำถามทำไม และอย่างไร

พฤติกรรมจัดกระทำสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

4. รื้อค้น ค้นคว้าเพิ่มเติม สืบรวจ เสาะหา
5. ทดลอง รวบรวมและจัดหมวดหมู่
6. เข้าร่วมกิจกรรม อาสาทำงาน

2. ความใจกว้าง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดพร้อมที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ไม่ลงรอยกับความคิดเดิม หรือสิ่งที่ไม่แน่นอน หรือสิ่งที่คลุมเครือ และเต็มใจที่จะเปลี่ยนแนวความคิดหรือแนวปฏิบัติ เพื่อให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากกว่าโดยมีความอดกลั้นและปราศจากอคติ

พฤติกรรมที่แสดงถึงความใจกว้าง ได้แก่

- ยอมรับ (เต็มใจ) ฟัง คำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
- ยอมเปลี่ยนความเห็นหรือแนวปฏิบัติของตน เมื่อมีสิ่งอื่นที่มีเหตุผลดีกว่า
- ยอมรับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
- ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม ไม่ปักใจไว้ก่อนว่าข้อมูลใหม่ที่ได้รับจะต้องผิด
- ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน ยอมรับความเปลี่ยนแปลง
- ยอมรับขีดจำกัดของความรู้ และวิธีแสวงหาความรู้ในปัจจุบัน
- ไม่มีอคติต่อผู้มีความคิดเห็นแตกต่างจากตน มีความจริงใจ
- ให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น พร้อมที่จะทำความเข้าใจกับบุคคลที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตน

3. ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่แน่ใจในความสามารถของตนเองว่าจะกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงได้ มีศรัทธาในคุณค่า และความสำคัญของตนเองและรู้สึกว่าคุณค่าเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

พฤติกรรมที่แสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเอง ได้แก่

- กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าทำ กล้าตัดสินใจ โดยไม่ลังเล หรือกลัวว่าจะขัดแย้งหรือแตกต่างจากผู้อื่น
- มั่นใจว่าจะกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้สำเร็จลุล่วง
- เชื่อตนเอง ไม่เชื่ออะไรโดยไร้เหตุผล
- เห็นคุณค่าและความสำคัญของตนเองว่ามีความสำคัญเท่าเทียมคนอื่น

- ไม่ต้องอาศัยแรงสนับสนุนจากผู้อื่น
- กล้าเผชิญความจริง โดยไม่กลัวคำติเตียนหรือกลัวเสียหน้า
- กล้าเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ โดยไม่หวาดหวั่น

4. ความมั่นคงทางอารมณ์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่สามารถควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในสภาพสงบเยือกเย็น มั่นคงหรือผ่อนคลาย แม้ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งหรือคับข้องใจก็ตาม

พฤติกรรมที่แสดงถึงความมั่นคงทางอารมณ์ ได้แก่

- ไม่ตื่นเต้นหรือไว้วาย (สรวลม)
- ไม่ตื่นตกใจง่าย (ไม่ขี้หว้ออน มีสติ)
- ไม่หงุดหงิดเมื่อไม่ได้ดังใจ
- ไม่โกรธง่าย (ระงับ ใจเย็น)
- ไม่เสียใจหรือน้อยใจง่าย
- ไม่กระวนกระวายจนเกินควร
- ไม่วิตกกังวล
- ไม่เครียด

5. ความมีวินัยในตนเอง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่สามารถควบคุมตนเองทั้งทางด้านความคิดและการกระทำให้เป็นไปในแนวทางที่ดีที่ตนเองได้ตั้งใจว่า และเป็นไปตามแนวทางที่สังคมยอมรับ

พฤติกรรมที่แสดงถึงความมีวินัยในตนเอง ได้แก่

1. มีระเบียบประพฤติดิบัติของตนเอง

- ทำให้สิ่งที่ตนเองได้ตั้งใจไว้ เช่น ตั้งใจว่าจะตื่นแต่เช้า ก็ตื่นแต่เช้าได้แม้ว่าจะต้องฝืนใจในบางโอกาส

2. มีระเบียบการประพฤติปฏิบัติของตัวเองต่อผู้อื่น

- ประพฤติปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม เช่น รู้อะไรควรไม่ควร ไม่ฉวยโอกาส ไม่แก่งแย่ง รู้กาลเทศะ ฯลฯ

- ทำตามข้อตกลงหรือกฎเกณฑ์ของสังคมหรือหมู่คณะ

6. ความรับผิดชอบ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่แสดงถึงความผูกพันต่อหน้าที่ทั้งในด้านการงานและด้านคุณธรรม รวมทั้งผลที่เกิดจากการปฏิบัติหน้าที่นั้นด้วย

พฤติกรรมที่แสดงถึงความรับผิดชอบ ได้แก่

- พยายามที่จะทำหน้าที่ให้ดีที่สุด
- ไม่ละทิ้งหน้าที่ที่กระทำ (ติดตามอยู่เสมอ)
- ไม่หาทางหลีกเลี่ยงหรือบ่ายเบี่ยงต่องานที่ต้องกระทำ
- ไม่จะเลยหรือเพิกเฉยต่อสิ่งที่จะทำความเสียหายต่อส่วนรวม
- ตระหนักถึงผลของการปฏิบัติหน้าที่
- ปฏิบัติหน้าที่อย่างตรงไปตรงมา ไม่เห็นแก่หน้าใคร
- ซื่อตรงต่อหน้าที่ (ไม่แสวงหาผลประโยชน์โดยมิชอบ)
- ตรงต่อเวลาที่กำหนดไว้
- ยอมรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

7. ความขยันหมั่นเพียร หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความปรารถนา มุ่งมั่นที่จะกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยไม่ย่อท้ออุปสรรค และไม่ทอดทิ้งเมื่อประสบความผิดหวัง

พฤติกรรมที่แสดงถึงความขยันหมั่นเพียร ได้แก่

- กระทำเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ
- ไม่นิ่งดูดายต่องานที่สมควรทำ
- ไม่ท้อแท้หรือผลัดวันประกันพรุ่ง
- มุ่งมั่นที่จะทำให้สำเร็จโดยไม่หยุดงานที่กำลังติดพันอยู่
- อดทนต่องานหนัก
- ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
- ไม่ทอดทิ้งเมื่อประสบความผิดหวัง

จากการศึกษาคุณลักษณะของบุคลิกลักษณะนักวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าประกอบด้วยคุณลักษณะด้านความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง ความเพียรพยายาม และความมั่นคงในอารมณ์ ซึ่งคุณลักษณะแต่ละด้านที่ประกอบเป็นบุคลิกลักษณะนักวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาได้โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยมีพฤติกรรม

เป็นตัวที่บ่งและพฤติกรรมนั้นแสดงออกมาอย่างมีแบบแผนจนเป็นนิสัย ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสร้างแบบฝึก ผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อปลูกและพัฒนาบุคลิกภาพแก่นักวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบฝึกบุคลิกภาพแก่นักวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน มีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้คือ

ชาญชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่า การฝึกหมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างแบบฝึกขึ้นมาใช้ต้องคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาเกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์แบบฝึก หลักการนำไปใช้ จะกล่าวถึงพอสังเขปดังนี้

หลักในการสร้างแบบฝึก

จิเวอร์ (1970 : 97 - 105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ
 2. แต่ละบทควรรู้ใช้แบบประโยคเพียงแบบหนึ่งเท่านั้น
 3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
 4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
 5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
 6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
 7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
- บัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974)

ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึกดังนี้

1. ก่อนจะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงสร้างคร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึง

ความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

ลักษณะแบบฝึกที่ดี

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำแบบฝึก จะต้องมียุทธศาสตร์ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับและวัยหรือความสามารถของนักเรียน
3. ใช้เวลาเหมาะสม
4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ในการสร้างแบบฝึกจะต้องมีหลักการในการสร้าง เพื่อให้ได้แบบฝึกที่ดี และเหมาะสมสามารถจะนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่ง วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึก พอสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก

- 3.1 ศึกษาปัญหาในการสอน
- 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
- 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
- 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
- 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
- 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรชัย (2522 : 52 - 62) กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่าต้องยึดหลักพฤติการณ์การเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้คือ

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มี การฝึกหัดและกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดี ในทางตรงกันข้าม สิ่งที่ได้รับการฝึกหัดหรือทดลอง หรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมทำไม่ได้ดี
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปและควรมีหลายรูปแบบ
3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจ ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยย่นอายุให้ติดตามต่อไป
4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

หลักการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

บัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 44 ; อ้างอิงจาก Butts. 1974)

ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ทั่วไปให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าสามารถทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่

4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึก และกิจกรรมการเรียนรู้การสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในแบบฝึกว่า เหมาะสมหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียน หลังจากให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่า เข้าใจหรือไม่

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากต่อการเรียนวิชาทักษะ เพื่อตี

(นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงจาก Petty. 1963 : 469 - 472) กล่าวได้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนการสอน ในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดปัญหาภาระของครู เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ
 2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา
 3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยทำให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
 4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนการสอนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง
 5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป
 6. การให้ทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน จะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันที่
 7. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือ จะช่วยนักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
 8. แบบฝึกที่ดีที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงาน และเวลาในการที่ต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ
 9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตนเอง
- จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกจะเห็นว่า แบบฝึกทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นกรฝึก และส่วนที่เป็นการประเมิน สำหรับ

การศึกษาในครั้งนั้นผู้วิจัยใช้หลักการสร้างของบัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นคำชี้แจง
2. ส่วนที่เป็นการศึกษาฝึก
3. ส่วนที่เป็นการศึกษาประเมิน

ในส่วนที่เป็นการศึกษาฝึกนั้นผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการสอนของ เฮอร์เบิร์ต เอเลน มาประยุกต์ใช้เพื่อความเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนการสอนของ เฮอร์เบิร์ต เอเลน (ชาญชัย อินทรประวัติ และพวงเพ็ญ อินทรประวัติ. 2532 : 99 - 100 ; อ้างอิงมาจาก Herbert Thelen. 1960) ขั้นตอนการสอนของเฮอร์เบิร์ต เอเลน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูจะบอกนักเรียนให้ทราบถึงประเด็นปัญหาที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 ครูนำเสนอปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของบทความให้นักเรียนอ่าน หรือเป็นเรื่องเล่าแผนภูมิ ตารางที่แสดงข้อมูลบางอย่างที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสรุปจากตนเองในด้านของความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหาโดยเป็นขั้นที่สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 4 ครูและนักเรียนช่วยประมวลความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่ และให้นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาที่สนใจเพื่อทำการศึกษามีการวางแผนงานร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มและแบ่งงานในการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 5 นักเรียนศึกษาตามแผนที่นักเรียนวางไว้

ขั้นที่ 6 นักเรียนประเมินการทำงานของกลุ่ม และตนเอง

จากขั้นตอนการสอนของ เฮอร์เบิร์ต เอเลน ผู้วิจัยได้ประยุกต์ขั้นตอนการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ดังนี้

ขั้นสำรวจปัญหา มีกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น
2. นักเรียนศึกษาบทความที่เป็นปัญหาในปัจจุบันจากหนังสือพิมพ์ วารสาร ซึ่งมี

เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน และเขียนความคิดเห็นต่อบทความ

3. นักเรียนศึกษาผลงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักประดิษฐ์ที่มีผลงานเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนและเขียนความรู้สึกที่มีต่อผลงานดังกล่าว

ขั้นวางแผน มีกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อเลือกปัญหาในการทดลอง และตั้งสมมติฐาน
2. นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ เขียนวิธีการทดลอง เลือกแบบบันทึกการทดลอง

3. นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามที่วางแผนไว้

ขั้นประเมินผล มีกิจกรรมดังนี้

นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม

เอกสารที่เกี่ยวข้องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 1 - 4)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์

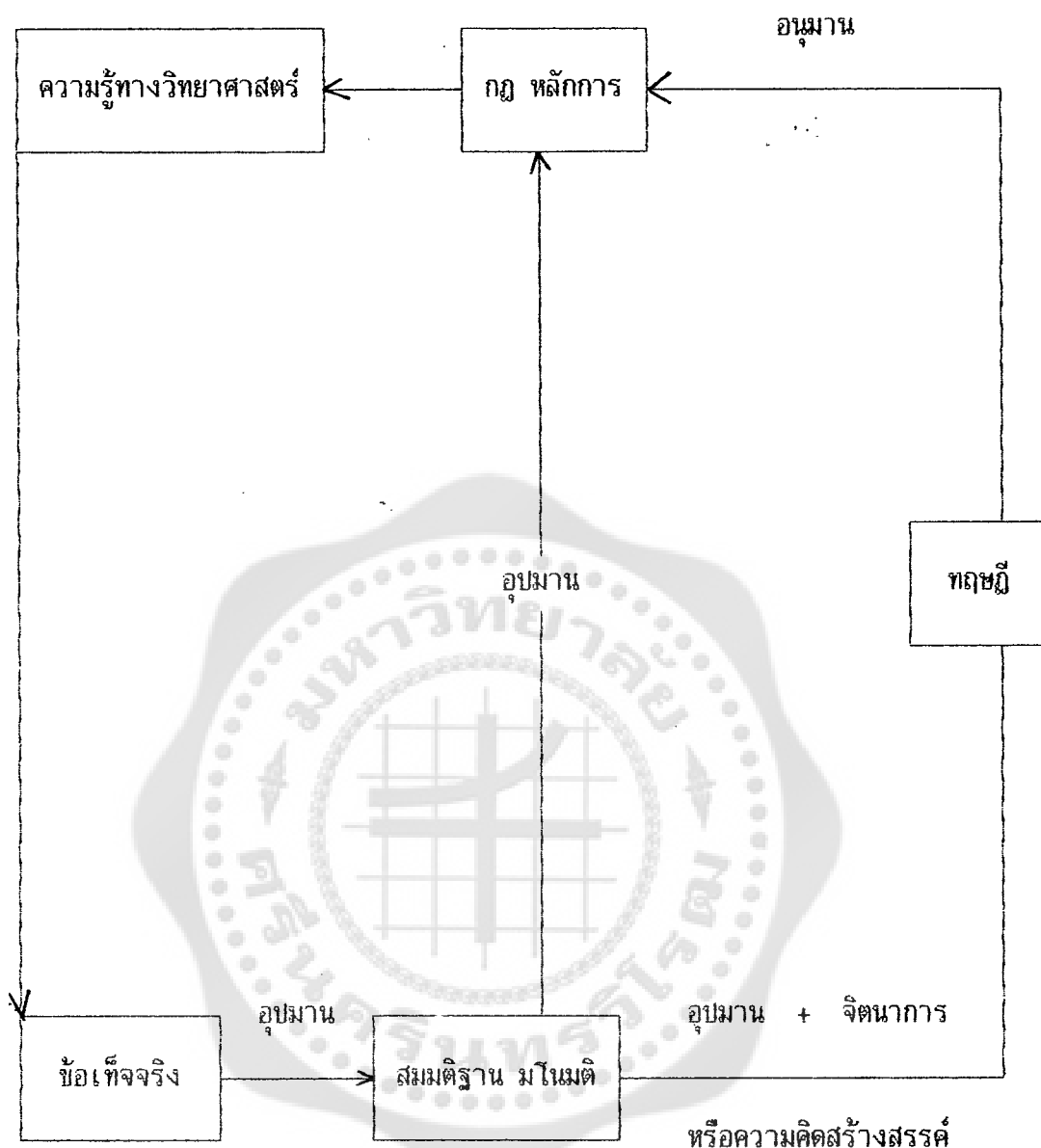
และสภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 1 - 15) และสมจิต สวธนไพบูลย์ ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทบทวนมหาวิทยาลัย โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า

สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นี้จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความ
สัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2526 : 9)





ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการและกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงหาความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2526 : 9 - 11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. ความอดทน
3. ความเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุน

อย่างเพียงพอ

4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว

5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถร่วมงานกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยจึงได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยสักซึ่งเพียงใด 4 พฤติกรรมดังนี้คือ

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธน์ไพบลีย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์การสรุปผลและนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นกับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและเฝ้าหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เราพบว่าทุกสิ่งทุกอย่างของมนุษย์ที่ได้สร้างขึ้นนั้น ส่วนมากมาจากความสามารถในทางสร้างสรรค์ของมนุษย์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานสำคัญ ก่อให้เกิดการพัฒนาวัฒนธรรมและอารยธรรม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปจัดว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา นักจิตวิทยา นักการศึกษาและนักวิจัยได้อธิบายความหมายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลจะคิดได้หลายแง่ หลายมุม ผสมผสาน จนได้ผลผลิตใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์กว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานั้น (Formulating Hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing Questions)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the Results)

กิลฟอร์ด (นฤมล ยุตาคม. 2522 : 9 - 13 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1957) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect) โครงสร้างทางสติปัญญา คือความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย 3 ประการคือ

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

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติการคิด ซึ่งประกอบด้วย 5 ประการ คือ

1. รู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ
3. การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลาย ๆ แนวทาง

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะสรุปหรือถึงข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูลหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดีหรือไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับความคิดแบบเอกนัย (Divergent Thinking) นั้น กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และพบว่าองค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบเอกนัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์และระบบ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือตัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวกและการแปลงรูป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งที่ดูเหมือน ไม่สัมพันธ์กันให้เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ รอบคอบ (Claboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักของความคิดของ กิลฟอร์ด (เพเยอร์ ทักซิด. 2523 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

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

ดีวีโต (Devito. 1971 : 208) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างสิ่งใหม่ ๆ และได้กำหนดขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงตัวของปัญหาและส่วนประกอบ
2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสาน ซึ่งต้องอาศัยความคืบข้องใจและความเข้าใจในปัญหา
3. ขั้นพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา
4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ
5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นที่ต้องจากขั้นอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

แมคแคนเดส (Mc Candless. 1976 : 216 - 217) ได้ให้ความหมายว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการ คือ ความสามารถในการคิดซับซ้อน สามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐานและรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปร่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญญา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้
4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน
5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือ การมีความคิดได้หลายแง่ หลายมุม กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การมีความคิดแบบอเนกนัย

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม ประสมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

อารี รังสินันท์ (2527 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ไม่ใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้สิ่งที่ เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการที่เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับการพยายามที่จะสร้างความคิดค้นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเอง แม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดอเนกนัยประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและ

ความคิดริเริ่ม

6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้
7. เป็นกระบวนการของความรู้ลึกไวต่อปัญหาและรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ

8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปใหม่ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่ดึงแนวความคิดเก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้นหมายถึงใหม่สำหรับตนเองหรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างลึกซึ้งเพื่อแก้ปัญหา เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ที่มีอยู่แล้วในตัวบุคคล ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ แล้วสามารถพัฒนาขึ้นได้

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

ฟิลท์ซ และซันด์ (Piltz and Sund. 1974 : 4) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในด้านความคิดแล้ว ยังเน้นถึงการคิดริเริ่มในการพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ซึ่งผลผลิต ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เน้นความใหม่และความคิดปะทะทั้งสองประการพร้อมกัน นอกจากนั้นความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ความสามารถในการจดจำปัญหา
2. ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
3. ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
4. ความสามารถในการประเมินผล

โมราฟลิก (Moravesik. 1961 : 222 - 223) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ซึ่งพยายามที่จะรู้ และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวได้
3. เพื่อผลกระทบต่อทัศนะของคนที่มีต่อโลกและหน้าที่ของเขามที่มีต่อโลก

ทัศนีย์ พกษชลธาร (2517 : 56) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องตัวในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุมาลี กาญจนชาติ (2526 : 3) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องริเริ่ม ความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่น ในการคิดแก้ปัญหา โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

อนันต์ จันทรกี (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลอง และ แสดงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ศึกษารายงานหรือ โครงการวิทยาศาสตร์หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเติม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐาน และทักษะ ในการออกแบบการทดลองและการวางแผนในการทดลอง

สมจิต สวอนไพบูลย์ (2527 : 7 - 11) ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และการกระทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เน้นผลผลิต (Science Products) ของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้ โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป ส่วนประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น การคิดแบบอเนกะนั้นนั้น จานแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวของ Guilford คือ

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

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิด สร้างสรรค์ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและเป็นกระบวนการกระทำที่ทำให้เกิดผลิตผลต่าง ๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาศัยทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาคำรู้ ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ (Body of Knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) ซึ่งในงานวิจัยที่ศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความสามารถในการคิดค้นตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ที่สัมพันธ์เข้าด้วยกันเป็นสิ่งใหม่หรือ รูปแบบใหม่ หลายคำตอบ หลายวิธี จากสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในทุกคนสามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านซึ่งได้มีผู้เสนอแนวคิดในการพัฒนาไว้หลาย ๆ ลักษณะดังนี้

เดอร์ ซีคโก (De Ceko. 1968 : 459) กล่าวว่าครูสามารถจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้และได้เสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. จัดปัญหาให้นักเรียนแก้ ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ครูเตรียมปัญหาไว้ให้แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าใด นักเรียนจะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง

3. ให้อิสระ เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

แอนเดอร์สัน (วิสุทธิ์ ศรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Anderson. 1970 : 103 - 104) ได้ให้ข้อเสนอแนะด้านวิธีการสอนเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดริเริ่ม รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการทดลองและการตัดสินใจด้วยตนเอง ครูควรให้คำชมเชยเมื่อเด็กมีความคิดริเริ่ม

2. ใช้วิธีการสอนแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) ซึ่งถือเป็นจุดสุดยอดในการคิด
3. ใช้วิธีสร้างสถานการณ์ขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วชักชวนให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อให้ได้คำตอบ
4. ให้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และให้ความช่วยเหลือตามสมควรในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และภายหลังการศึกษาค้นคว้ามาแล้วควรให้เด็กได้เสนอผลงานของเขาด้วย
5. ส่งเสริมให้เด็กสนใจและแสดงออกใน ศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป และมีผลให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
6. ความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหลาย ๆ อย่าง ดังนั้น ครูควรใช้วิธีการเตรียมประสบการณ์หลาย ๆ อย่างเท่าที่จะทำได้ หรือให้โอกาสเด็กได้สร้างประสบการณ์และสร้างความคิดใหม่ ๆ หลาย ๆ อย่างด้วยตนเอง

คาริน และซันด์ (Carin and Sund, 1971 : 32) กล่าวว่าในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความเข้าใจในสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันได้หลายประเภท และหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตน แตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิด เพื่อบอกถึงวิธีสร้างและการนำไปใช้
5. ความไวในการคิด (Sensitivity) คือ ความสามารถในการมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

พิลท์ซ และซันด์ (Piltz and Sund. 1974 : 220 - 221) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่ในเด็กทุกคน แต่มีการแสดงออกที่แตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการสนองในทางสร้างสรรค์

2. ควรจัดกิจกรรมการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย จินตนาการ การริเริ่ม การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรควรมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มาก ๆ เพราะจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ครูควรเตรียมอุปกรณ์การสอนเพื่อกระตุ้นในการเรียนรู้ปัญหา และจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้อุปกรณ์การสอนช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและประสบความสำเร็จในการศึกษา

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้ดัดแปลง และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ครูควรรู้จักดัดแปลงและปรับปรุงหลักสูตรโดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ ควรสนใจปรับปรุงหลักสูตรให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

5. เราสามารถนำการสอนแบบทีม (Team Teaching) มาใช้ในการสอน การประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอน การสอนวิธีนี้มีประโยชน์เพราะครูหลายคนจะช่วยกันผลิตอุปกรณ์การสอน

สมจิต สมัตถพันธ์ (2522 : 62) ได้กล่าวถึงเทคนิคของการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เด็กจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างสมบูรณ์ในการแก้ปัญหา
2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือ ความคิดสร้างสรรค์ สภาพใดที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อความคิดสร้างสรรค์
4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527 : 62 - 63) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนนั้น ควรจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้มีความยืดหยุ่น
2. วางแผนการทดลองระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ต่าง ๆ ให้แน่ชัดว่า จะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นค้นหากิจกรรมที่เหมาะสม
3. วิธีสอนควรเป็นแบบสืบเสาะ การทดลองเป็นแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน
4. เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการ ให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าจะจดจำเนื้อหา
5. ให้คุณค่าในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าจะดูผลงานที่สำเร็จรูปแล้ว นั่นคือควรพิจารณาที่กระบวนการคิด

สมจิต สวณไพบูลย์ (2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วๆ ครูควรสร้างสถานการณ์ยั่วๆ เพื่อเป็นล่อล่อไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหา หรือก่อให้เกิดความสนใจที่จะเสาะหาความรู้ต่อไป ลักษณะของสถานการณ์ยั่วๆ อาจประกอบด้วย ข้อความ คำถาม รูปภาพ อุปกรณ์ของจริง ฯลฯ การใช้สถานการณ์ยั่วๆ นั้น อาจจะเริ่มจากการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ต่อเมื่อเห็นว่านักเรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้นจึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหาและไม่บอกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาแก่นักเรียนพอสมควร เพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการสอนที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออยู่มากและการจัดสถานการณ์ยั่วๆ ตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนอาจจะจัดช่วงใดช่วงหนึ่งหรือจะกำหนดไว้หลายตอนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสอนของครู โดยทั่วไปครูวิทยาศาสตร์จะดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกิจกรรม 3 ขั้น คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูสามารถที่จะสอนแทรกหรือจัดสถานการณ์ยั่วๆ ทั้ง 3 ขั้น หรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ได้

2. การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง (Brain storming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดกิจกรรมลักษณะนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด คิดได้มากในเวลาจำกัด และเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process)

3. จัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติม หรืออาจจะกำหนดข้อความให้แล้ว นักเรียนไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจจะกระทำได้โดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญา และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

5.1 เพื่อเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

5.2 เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ความรู้ลึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ ต้องการ ความรู้สึกชื่นชม ฯลฯ ต่อผลงานของตนเอง

5.3 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออก มีนิสัยช่างเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน ตัวครูตัวนักเรียน ตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรจะเน้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิดโดยไม่ถูกประเมินผลและที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่น และยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี

บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนครูเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น
2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย
3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก
4. บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้
5. บรรยากาศแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ครูต้องสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวณไพบลีย์. 2526 : 37 - 39)

บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องการทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ได้แก่

1. ต้องชวนขยายหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวคิดของนักเรียน

6. สนับสนุนและช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์

7. ยกย่อง ชมเชย ให้ความสำคัญแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์

8. เน้นความสนใจและให้คุณค่าต่อกระบวนการการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา

9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้

10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานออกแบบการแก้ปัญหาและพยากรณ์ตามความเหมาะสม

11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลาคิดแก้ปัญหา เพราะการสร้างสร้งสร้งจำเป็นต้องให้เวลากับนักเรียน

12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วิสต์ตัน (ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. 2527 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Washton. 1967) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ
3. เสนอข้อคิดหรือกระบวนการ แม้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้รับสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกนั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง

5. มีอิสระในการสร้งสร้งงานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้

6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดีขึ้นจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่ง ประทุม ทองหนู (2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะทำให้ นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์ การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลอง เพื่อแก้ปัญหาและควรจะเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชา

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ก้องศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 106 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. พบว่าความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "คณิศรวิทยาคม" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนครุราษฎร์รังสฤษดิ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2528 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุม 30 คน สอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65 - 66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา กิ่งอำเภอู่ตะเภา จังหวัดชุมพร ปีการศึกษา 2531 จำนวน 64 คน กลุ่มทดลอง 32 คน สอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 32 คน สอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่สอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นงนุช มาบุตร (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2531 จำนวน 90 คน กลุ่มทดลอง 45 คน สอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกลุ่มควบคุม 45 คน สอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษยาณี บุชิตากร (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2533 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและการออกแบบ การทดลองกลุ่มควบคุม 50 คนได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ ความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดไร่ขิง จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 40 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

ยัง (Younge. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิด แบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระจัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและ เร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาข้ออธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่ เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลาย ทางด้วยกันโดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบและแนวทาง กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบ ชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำราผลการทดสอบพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่าผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการทางความรู้ ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นครูผู้สอนควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2517 : 75) ได้ทำการศึกษาลักษณะบุคลิกภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค กลุ่มตัวอย่างสุ่มจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกวิทยาศาสตร์ แผนกศิลปะ และแผนกทั่วไป ของโรงเรียนรัฐบาลสหศึกษา 6 โรงเรียน ใช้แบบสำรวจบุคลิกภาพ ซี พี ไอ วัดบุคลิกภาพ และใช้คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนตลอดปี เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า บุคลิกภาพที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนในส่วนกลาง มีบุคลิกภาพด้านการเข้าสังคม ความสามารถที่จะบรรลุถึงสถานภาพ การมีอำนาจเหนือผู้อื่น การยอมรับตนเองและการเป็นตัวของตัวเอง และสำหรับนักเรียนในส่วนภูมิภาค มีบุคลิกภาพด้านการมีอำนาจเหนือผู้อื่น การทำตามผู้อื่นและความรับผิดชอบ

อุไร สิงห์โต (2521 : 185) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพแบบเก็บตัว และแสดงตัว กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิง อายุระหว่าง 15 - 17 ปี ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนรัฐบาล 2 แห่ง จำนวน 160 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบ MPI (The Maudsley Personality Inventory) และมาตราประเมินค่าจากครูผู้สอน จากนั้นนักเรียนออกเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวและแสดงตัว ผลปรากฏว่า บุคลิกภาพแบบเก็บตัวและแบบแสดงตัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 95) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของบุคลิกภาพกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิชญ์โลก จำนวน 436 คน ที่เรียนวิชาเอกต่าง ๆ โดยใช้แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพทั้ง 16 ด้าน ของ แคทเทล (Cattell) Form B เป็นเครื่องมือในการศึกษา ผลปรากฏว่าบุคลิกภาพที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางบวก คือ บุคลิกภาพด้านอารมณ์ผ่อนคลาย ชอบออกสังคม อารมณ์มั่นคง และกล้าเข้าสังคม

สมคิด พรหมจ้อย (2526 : 121) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของบุคลิกภาพด้านการอ่อนไหวไปตามอารมณ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 740 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบบุคลิกภาพด้านการอ่อนไหวไปตามอารมณ์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 7 ด้านคือ การชอบออกสังคม อารมณ์ที่มั่นคง การถ่อมตัว ความเคร่งเครียด จิตใจ กล้าแข็ง ความเพ้อฝัน และความหวาดกลัว ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพด้านการอ่อนไหวไปตามอารมณ์ในแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละวิชา ทั้งทางบวกและลบที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01 และแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพด้านการอ่อนไหวทางอารมณ์ทั้ง 7 ด้าน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละวิชา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 โดยที่บุคลิกภาพด้านความอ่อนไหวทางอารมณ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษกับภาษาไทย มากกว่าคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

แมกซ์เวลล์ (Harrison. 1960 : 211 ; citing Maxwell. n.d.) ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 - 12 ของโรงเรียนมัธยม 3 แห่ง ของประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 1,661 คน ซึ่งในจำนวนนักเรียนจบชั้นมัธยม 1,377 คน และเรียนไม่จบ 284 คน เมื่อใช้แบบสำรวจบุคลิกภาพ ซี พี ไอ (CPI) เป็นเครื่องมือในการศึกษา ผลปรากฏว่านักเรียนชายกลุ่มที่เรียนสำเร็จ มีคะแนนบุคลิกภาพสูงกว่ากลุ่มที่เรียนไม่สำเร็จ ในด้านการมีอำนาจเหนือผู้อื่น ความสามารถที่จะบรรลุถึงสถานภาพ การยอมรับตนเอง ความรับผิดชอบ สังคมประกอบการทำตามผู้อื่น การเป็นตัวของตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ โบร์แมน และแมททิส การทำตามผู้อื่น ความรู้สึกว่าตนเองมีความเป็นอยู่ดี การเป็นตัวของตัวเอง และ ความอดทน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับบุคลิกด้านการมีอำนาจเหนือผู้อื่น การยอมรับตนเอง ความอดทน และการเป็นตัวของตัวเอง

ฟลาเฮอร์ตี้ และเรุตเซล (Flaherty and Reutzell. 1965 : 409 - 411) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาลักษณะบุคลิกภาพของนักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนสูง และนักเรียนที่ประสบความสำเร็จทางการเรียนต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงที่เรียนอยู่ในชั้นปีที่ 1 ของวิทยาลัยเม้าท์ เมอร์ซี โดยฟลาเฮอร์ตี้ ได้ใช้คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการเรียนในชั้นปีที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่างเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 37 คน และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 37 คน ผลปรากฏว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ได้คะแนนบุคลิกภาพด้านการมีอำนาจเหนือผู้อื่น การยอมรับตนเอง ความรับผิดชอบ และการทำตามผู้อื่น มากกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไอแซงค์ (Eysenck. 1969 : 109 - 112) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบสำรวจบุคลิกภาพของเจ็กวัยรุ่น (Junior Eysenck Personality Inventory) ศึกษาบุคลิกภาพของนักเรียนชายหญิง จำนวน 4,000 คน อายุ 11 - 12 ปี แล้วหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลปรากฏว่า เด็กที่แสดงตัวทั้งชายและหญิง มีความสามารถในการเรียนดีกว่าเด็กที่มีลักษณะเก็บตัว โดยเฉพาะทางด้านเหตุผลและภาษา เด็กที่มีลักษณะอารมณ์ไม่มั่นคงทั้งชายและหญิง มีความสามารถในการเรียนไม่

แตกต่างจากเด็กที่มีอารมณ์มั่นคง เด็กที่มีอารมณ์มั่นคงและอ่อนไหว ทางการเรียนได้ดีกว่า เด็กที่มีลักษณะด้านอารมณ์เป็นกลาง ๆ

คิง (King. 1969 : 34 - 68) ได้ทำการวิจัยความสัมพันธ์ความอยากรู้อยากเห็น กับคุณลักษณะในด้านอื่น ๆ และพบว่า

1. เด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความอยากรู้อยากเห็นสูงกว่าเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
2. เพศ และสติปัญญา ไม่มีผลต่อความอยากรู้อยากเห็น
3. เด็กที่มีการปรับตัวดีจะมีความอยากรู้อยากเห็นสูงกว่าเด็กที่มีการปรับตัวไม่ดี
4. เด็กที่มีอายุน้อยจะมีความอยากรู้อยากเห็นสูงกว่าเด็กที่มีอายุมาก
5. เด็กที่อยู่ในครอบครัวที่มีคนมากจะมีความอยากรู้อยากเห็นต่ำกว่าเด็กที่อยู่ในครอบครัวที่มีคนน้อย

6. ระดับทางสังคมและเชื้อชาติไม่มีผลต่อความอยากรู้อยากเห็นโดยตรง

วิทลา (Whitla. 1969 : 92 - 93) ได้สรุปผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับบุคลิกภาพดังนี้ นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ถ้าหากนักเรียนควบคุมตนเองได้ มีความวิตกกังวลน้อย ชอบความเป็นอิสระ ชอบออกสังคมและอารมณ์มั่นคง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า บุคลิกภาพลักษณะต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะที่น่าจะส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์เพื่อส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลของการจัดการชั้นเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534 ของ สมจิต สวณไพบุลย์ (2535 : 126) พบว่า การจัดการชั้นเรียนแบบค้ำึงถึงบุคลิกภาพของ นักเรียนมีค่อนข้างน้อยมากคิดเป็น 3.35 % ของงานวิจัยทั้งหมด งานวิจัยเกี่ยวกับบุคลิกภาพ นักวิทยาศาสตร์มีงานวิจัยจำนวนน้อย ซึ่งรวบรวมได้ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

วรรณา เฟื่องฟู (2527 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบวัดบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .8420 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 2.01 - 14.73 และได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ 80 % โดยผ่านการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ 9 ท่าน

มนตรี อู่สาหะ (2528 : บทคัดย่อ) ได้นำแบบวัดของวรรณา เฟื่องฟู ได้ศึกษาหาคุณลักษณะปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์ด้านบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) จำนวน 240 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) จำนวน 238 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จำนวน 237 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 715 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 346 คน และนักเรียนหญิง 369 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 ม.3 มีบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนหญิงมีบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุเทพ สุปะเจริญ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 733 คน ผลการวิจัยพบว่า บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สสวท. (2531 : 76) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษารเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะบางประการของนักเรียนในและนอกโครงการ สสวท. รุ่นที่ 1 พบว่าบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนในโครงการ สสวท. มีค่าลดลง ในขณะที่นักเรียนนอกโครงการ สสวท. กลับมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนในท้ายสุดทั้งสองมีค่ามัธยฐานเลขคณิต ไม่ต่างกันอธิบายได้ว่านักเรียนในโครงการ สสวท. ได้รับความคาดหวังสูงในด้านความสามารถและศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ ที่ทุกฝ่ายต้องการให้แสดงออก เช่นการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความกังวลขาดความมั่นใจในตนเองจึงส่งผลกระทบต่อบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์

ประภาพร สุวรรณรัตน์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยใช้ชุด

กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุม 30 คน สอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่าบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรพิน หงวนศิริ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาว่าคุณลักษณะด้านใดที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดคุณลักษณะของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความขยันหมั่นเพียร ความมั่นคงทางอารมณ์ ความมีวินัยในตนเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 569 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดคุณลักษณะของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ .1751 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงศ์ธร ลิ้มปัทมบุตร (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความชอบในความคิดแต่ละด้าน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดปราจีนบุรี ปีการศึกษา 2533 จำนวน 900 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 510 คน พบว่า บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความชอบในการคิดค้นด้านการนำไปใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วานเซลท์ และเคอร์ (Vanzelst and Kerr. 1954) ได้ศึกษาบุคลิกภาพของช่างเทคนิค นักวิทยาศาสตร์ของกองทุนวิจัยอาร์เบอร์ และสถาบันเทคโนโลยีของอลิโนยส์ จำนวน 514 คน ซึ่งเป็นวิศวกรร้อยละ 70 และนักฟิสิกส์ ร้อยละ 30 โดยให้กลุ่มตัวอย่างจัดอันดับคุณภาพของตนเองจากคุณลักษณะ 56 ประการ ซึ่งได้จากการวิจัยของแคเทเทล แล้วนำผลไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ คือ ผลการค้นคว้าของกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่าคนที่มีความ

ทางด้านวิทยาศาสตร์มาก เป็นผู้ที่มีความคิดคำนึงสูง มีการกระตือรือร้น มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีแรงผลักดัน (Impulse) มาก มีความสนใจในสิ่งแปลก ๆ มีความเป็นผู้นำ มีความวิตกกังวลต่ำ ไม่เก็บกด ทำอะไรไม่ค่อยเป็นไปตามแบบแผน

ไคล (Cole. 1956) ได้อ้างอิงถึงผลการศึกษาของฟลานาแกน เกี่ยวกับคุณลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สูง จำนวน 500 คน ได้ข้อสรุปว่าบุคคลที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การมีความสามารถขั้นพื้นฐาน 8 ประการ ซึ่งเป็นพื้นฐานทางบุคลิกภาพ 2 ประการ คือ

1. ความรับผิดชอบส่วนบุคคล
2. การยอมรับความรับผิดชอบส่วนบุคคล

โร (Danial. 1956 : 19 ; citing Ro. n.d.) ได้ศึกษาบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ผลวิจัยพบว่ามี 6 แบบ คือ

1. มีความคิดสร้างสรรค์อย่างแท้จริง ชอบแสวงหาประสบการณ์ รับความอิสระ มีความเชื่อมั่นในตนเอง ต้องการมีอำนาจเหนือคนอื่นสูง เป็นพวกเพ้อฝัน (Bohemian) ไม่ปฏิบัติตามสังคม ยึดถือตัวเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentric) ถ้าเกี่ยวกับการรับรู้แล้ว จะมีความเป็นระเบียบมากกว่าคนอื่น ทำการประเมินค่าของสิ่งที่ได้รับรู้ มีความเป็นอิสระ นับถือในสิ่งที่เขารู้และนับถือคุณค่าของการตัดสินใจ

2. พอใจเฉพาะสิ่งที่ปรากฏ ชอบซึ่งในความงามที่ตนเองมีประสบการณ์มาแล้ว เชื่อถือในความคลุมเครือที่เราสามารถจัดการกับมันให้ไปยังจุดหมายปลายทางด้วยตนเอง ตามลำพัง

3. มีวุฒิภาวะที่รู้สึภาพที่แท้จริง (Ego เข้มแข็ง) ควบคุมแรงกระตุ้นความรู้สึกได้อย่างเข้มแข็ง มีความรู้สึกผิดชอบ (Super Ego) น้อยกว่าคนอื่น ไม่มีความรู้สึกละอาย ถือการกระทำอย่างอิสระเหนือสิ่งอื่นใด

4. มีสัมพันธภาพกับบุคคลอื่นน้อย ไม่ช่างพูด ไม่ค่อยเข้าสังคม มีแนวโน้มที่จะมีลักษณะต่างเพศในตนเอง ซึ่งลักษณะนี้แปรเปลี่ยนไปตามวัฒนธรรมไม่ชอบการวิจารณ์ทุกชนิด มีความรู้สึกไวต่อการก้าวร้าวระหว่างบุคคล

5. ชอบทำงานเกี่ยวกับสิ่งของและความคิดมากกว่าทำงานกับคน ไม่ชอบสังคม ไม่ชอบการวิจารณ์เรื่องอื่น ๆ นอกจากที่เกี่ยวกับการวิจัยของเขา

6. สนใจการคำนวณสิ่งที่ต้องเสี่ยงเมื่อสิ่งนั้นเกี่ยวกับธรรมชาติไม่ใช่บุคคล และไม่พึ่งโชคชะตา

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและงานวิจัยเกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ จะพบว่าลักษณะต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะที่น่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่นำแบบฝึกบุคลิกภาพเขียนนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อปลูกฝัง และส่งเสริมบุคลิกภาพเขียนนักวิทยาศาสตร์ แก่นักเรียนอีกทั้งเพื่อส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบฝึก

งานวิจัยในประเทศ

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 7) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ รายละเอียดของแบบฝึกประกอบด้วย

1. สถานการณ์ซึ่งประกอบด้วย ภาพ หรือภาพไม่สมบูรณ์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนและสถานการณ์ของผู้เรียน
2. คำถาม ซึ่งมีลักษณะคำถามดังนี้
 - ระบุสิ่งที่สงสัย โดยเขียนในรูปของข้อความที่เป็นคำถาม
 - บอกตัวแปรหรือองค์ประกอบหรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา
 - ปรับปรุงปัญหาที่ตั้งขึ้นให้อยู่ในรูปที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง
 - ตั้งสมมติฐาน
3. คำนแนะนำก่อนการทดลอง เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับแนวคำตอบของนักเรียนและแนะนำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการใช้สถานการณ์กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย ไม่มีการใช้แบบฝึกการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

นงนุช มาบุตร (2532 : 7) ได้ศึกษาและสร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
แบ่งการฝึกออกเป็น 2 ช่วง คือ

1. ช่วงอภิปรายก่อนการทดลอง มีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

1.1 ชื่อแบบฝึก

1.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

1.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ขั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียน
พิจารณาปัญหา โดยระบุว่าปัญหานั้นทดลองได้หรือทดลองไม่ได้

1.3.2 ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแยกแยะ
หาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา โดยการเชื่อมโยง จับคู่ระหว่างสาเหตุกับปัญหาในขั้นที่

1.3.1 ที่สอดคล้องกัน

1.3.3 ขั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำ
ปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละปัญหาแต่ละคู่ได้ในขั้นที่ 1.3.2 มาเขียนอยู่ในรูปของประโยค
ถ้า..... แล้ว.....

1.3.4 ขั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียน
ตรวจสอบแนวคิดเพื่อตัดสินใจเลือกข้อความซึ่งเป็นสมมติฐานของการทดลอง แล้วนำไปทดลอง
ในห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์จากการกำหนดอุปกรณ์ให้

2. ช่วงอภิปรายหลังการทดลอง มีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

2.1 ชื่อแบบฝึก

2.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

2.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ นักเรียนจะเขียนข้อความตามความคิดเห็นของ
ตนเองในแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ขั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียน
สังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุปัญหา

2.3.2 ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ เป็นขั้นที่นักเรียนคิดแยกแยะหาสาเหตุ
ที่สอดคล้องกับปัญหาที่ได้ในขั้นที่ 2.3.1

2.3.3 ขั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นขั้นที่นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนให้สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า..... แล้ว.....

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนทักษะการตั้งสมมติฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษยาณี บุชิตากร (2533 : 7) ได้ศึกษาการใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลองรายละเอียดของแบบฝึกประกอบด้วย

1. ชื่อแบบฝึก
2. คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก
3. สถานการณ์ที่กำหนดให้
4. กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ แบ่งการปฏิบัติเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 ฝึกตั้งสมมติฐาน มีขั้นตอน ดังนี้
 - 4.1 ขั้นตั้งปัญหา นักเรียนตั้งปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
 - 4.2 ขั้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ นักเรียนหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา และสถานการณ์ที่กำหนดให้
 - 4.3 ขั้นตั้งสมมติฐาน นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า..... แล้ว.....
 - 4.4 ขั้นเลือกสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ให้นักเรียนเลือกสมมติฐานที่สามารถนำมาทดลองได้ในห้องเรียน
 - 4.5 ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้นักเรียนตรวจสอบผลจากการตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง
 - ตอนที่ 2 ฝึกออกแบบการทดลอง มีขั้นตอน ดังนี้
 - 4.1 ขั้นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร นักเรียนนำสมมติฐานมากำหนดนิยามของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
 - 4.2 ขั้นกำหนดและควบคุมตัวแปร นักเรียนกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม

4.3 ขั้นระบุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ ให้นักเรียนระบุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

4.4 ขั้นกำหนดวิธีการทดลอง ให้นักเรียนเขียนวิธีการทดลอง หรือออกแบบการทดลองเพื่อนำไปสู่การทดลองต่อไป

4.5 ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ ให้นักเรียนตรวจสอบผลจากการทดลองการออกแบบการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 7) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง รายละเอียดของแบบฝึกประกอบด้วย

1. ขั้นอธิบายการทดลอง

1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนการทดลอง เพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

1.2 นักเรียนศึกษาและตอบคำถามในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นก่อนทดลองเพื่อนำไปสู่การทดลอง

2. ขั้นการทดลอง

2.1 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ตามที่ออกแบบทดลองไว้

2.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะการทดลองขั้นปฏิบัติการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายสรุปความรู้ใหม่

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและมีความคิดวิจารณ์คุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก พบว่าการสร้างแบบฝึกเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกช่วยให้นักเรียนฝึกฝนและพัฒนาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบฝึกบุคลากรภาพเขียนนักวิทยาศาสตร์อันเป็นประโยชน์ในการผลักดันให้ประสบความสำเร็จต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67 - 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากน้ำวิทยาคม เขตตลิ่งชัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2525 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่ไม่มีมีการประเมินผล กลุ่มควบคุม 30 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึก พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ก่อกักดี ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2526 จำนวน 105 คน กลุ่มทดลองที่หนึ่ง 35 คน ได้รับการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและกลุ่มควบคุม 35 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ฤดี ประสพศักดิ์ (2529 : 88 - 89) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่งคอย อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ปีการศึกษา 2529 จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหา กลุ่มควบคุม 40 คน ได้รับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นิตยา กิจโร (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ กลุ่มทดลอง 39 คน ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม กลุ่มควบคุม 39 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันเพียงด้านเดียวคือด้านความคล่องในการคิด

ศรีพกา เจริญยศ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโมดูล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2532 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุม 50 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จังหวัดนครปฐม จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนโดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 40 คน สอนโดยใช้คู่มือครู พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมปัญญา ศรีคอนานนท์ (2535 : บทคัดย่อ) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาวาศรีวิทยาเขต กรุงเทพมหานคร จำนวน 48 คน กลุ่มทดลองที่หนึ่ง 24 คน เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างเสริมประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองที่สอง 24 คน เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

เรต (ส่วิมล ชอบทากิจ. 2522 : 26 ; อ้างอิงจาก Reid. 1973) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (Directed Discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิค์ (Penick. 1976 : 307 - 341) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอน 2 แบบ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่ 1 การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 412) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 5 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่สติปัญญาสูงปานกลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีความสำเร็จด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้วยความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluence) เป็นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญหนึ่งของมนุษย์ ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน แต่ต้องอาศัย

องค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ อันได้แก่ ความเป็นอิสระในการเรียน สภาพแวดล้อม
ตัวนักเรียน และครูในด้านความเป็นอิสระในการเรียนนั้น นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเอง
ซักถามจากเพื่อน ๆ ต้องฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งวิธีการฝึกคิดที่ได้ผลวิธีหนึ่งก็คือ การตั้งคำถาม แล้วหา
คำตอบจากคำถามนั้นให้มากที่สุด เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ บัจจุบันดังกล่าวเกี่ยวข้องกับ
การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้น

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
บุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 300 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 54 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ดังนี้

1. สุ่มห้อง 2 ห้อง จาก 10 ห้องเรียน โดยการจับฉลาก
2. สุ่มห้องจากกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง โดยวิธีจับฉลากเพื่อเข้าสู่กลุ่มทดลองและ

กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเบื้องต้นนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ใช้นักเรียนในห้องที่สุ่มได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ได้นักเรียนกลุ่มละ 27 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 21 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 216) ซึ่งมีลักษณะของแบบแผนการวิจัยตามตาราง ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T_1	แทน	การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง
T_2	แทน	การสอบหลังจากการทดลอง
X	แทน	การสอนโดยใช้แบบฝึกหัดคลิกภาพเขียนนักวิทยาศาสตร์
-	แทน	การสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 บทที่ 2 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต มี 2 แบบ คือ

- 1.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์
- 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 101) เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอด จากเนื้อหา เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างแผนการสอน จำนวน 21 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - 5.1 ความคิดรวบยอด
 - 5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้ง 2 แบบ ดำเนินการดังนี้
 - 5.3.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์

ดำเนินการ ดังนี้

5.3.1.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลงในแบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์เป็นรายกลุ่ม ในชั้นสำรวจปัญหา

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมลงในแบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มในชั้นวางแผน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเป็นไปได้ของการทดลองและอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องการนอกเหนือจากที่กำหนดให้ให้นักเรียนเลือก

	5.3.1.2 ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนวางแผนไว้ นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในแบบฝึก	
ใหม่ ภายในกลุ่ม	5.3.1.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนนำข้อมูลที่ได้เสนอขึ้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้	นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปราย นักเรียนหาแบบฝึกหัดในแบบฝึก
ไว้ในบทเรียน	5.3.2 แผนการสอนตามคู่มือครู ดำเนินการ ดังนี้ 5.3.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุ ครูอ่านผลงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนและให้นักเรียนบอกถึงความรู้สึกที่มีต่อผลงาน	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อควรระวังใน
การทดลอง การทดลอง	5.3.2.3 ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน 5.3.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองอภิปรายร่วมกันระหว่าง ครูและนักเรียน เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

นักเรียนประเมินการทำงานโดยการร่วมอภิปราย

ภายในกลุ่ม

นักเรียนแบบฝึกหัด

แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกและการฝึก
2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์
3. ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์
4. ศึกษารูปแบบการสอนของ เฮอร์เบิร์ต เฮเลน
5. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต จากหนังสือแบบเรียน

วิทยาศาสตร์ (ว 101) และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1

6. สร้างแบบฝึกโดยยึดหลักการสร้างแบบฝึกของบัทส์ ตามขั้นตอน ดังนี้
 - 6.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึก
 - 6.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึก
 - 6.3 กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึก
 - 6.4 กำหนดคำถามให้นักเรียนตอบ
 - 6.5 กำหนดการประเมินผลโดยอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนประเมินผล

7. นำแบบฝึกที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหาความเหมาะสมของภาษาและกิจกรรมในแบบฝึก

8. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและไม่เคยเรียน เรื่อง น้ำเพื่อชีวิตมาก่อน โดยดำเนินการดังนี้

8.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้พร้อมทั้งจดบันทึกปัญหาต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนเข้าใจสิ่งที่ต้องการให้ทำในแบบฝึกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

8.2 ทดลองรายกลุ่ม จำนวน 3 คน บันทึกปัญหา ข้อบกพร่องเพื่อนำผลมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง

8.3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต จากหนังสือคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 และหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบในข้อ 2

5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอกอสุก จังหวัดลพบุรี ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

7.1 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน

7.2 คัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วในข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอกอสุกศรี จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 166) ได้ค่าความเชื่อมั่น .88

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แปลและปรับปรุงแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือ Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. (Sund and Trowbrigde. 1973) และหนังสือ Creative Teaching of Science in the Elementary School (Piltz and Sund. 1974) เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในประเทศไทย ซึ่งดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหนังสือ Teaching Science by Inquiry in the Secondary School (Sund and Trowbrigde. 1973) และหนังสือ Creative Teaching of Science in the Elementary School (Piltz and Sund. 1974)
2. สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ
3. ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็นข้อคำถามโดยมีรูปภาพประกอบในการตอบคำถาม คำถามแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 4 ข้อ ได้แก่
 - 3.1 คำถามเกี่ยวกับการระบุปัญหา
 - 3.2 คำถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน
 - 3.3 คำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง และการทดลอง
 - 3.4 คำถามเกี่ยวกับการสรุปหรือนำไปใช้ประโยชน์
4. การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม
 - 4.1 ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไข หรือแนวโน้มที่เป็นไปได้ และตรงประเด็นคำถาม โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่คำนึงถึงว่าคำตอบจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

4.2 ความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามแนววิธีคิดที่แตกต่างกัน แล้วให้กลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน ไม่คำนึงถึงว่าคำตอบจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

4.3 ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบโดยคำนึงถึงว่าคำตอบจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ด้วยการหาความถี่ของคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่น

คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 5 คนขึ้นไป	ได้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 4 คน	ได้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 3 คน	ได้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 2 คน	ได้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ของคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 1 คน	ได้ 4 คะแนน
คำตอบที่ไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น	ได้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อหาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม และสำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากผลรวมของคะแนนแนวความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของคะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง

6. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน และนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (∞ - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 170 - 171) ได้ค่าความเชื่อมั่น .72

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ทำการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 21 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนตามแผนการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนตามคู่มือครู

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. ตรวจสอบผลการสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2)

1.3 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อทดสอบเป็นรายข้อ (Item - Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1-p$
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.
2536 : 170 - 171)

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

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

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

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียน
กับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มควบคุม

s_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังการเรียนรู้และก่อนการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
$s_{MD_1} - MD_2$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังการเรียนรู้และก่อนการเรียนรู้ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา t-distribution
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการเรียน
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการเรียน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
SD_1	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการเรียน
SD_2	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการเรียน
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลดังแสดงในตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยของผลต่างและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	SD
กลุ่มทดลอง	27	6.70	3.83
กลุ่มควบคุม	27	3.00	2.69

จากตาราง 2 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 6.70 คะแนน และ 3.00 คะแนน และการกระจายของคะแนนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยของผลต่างและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	SD
กลุ่มทดลอง	27	69.56	33.52
กลุ่มควบคุม	27	45.19	19.96

จากตาราง 3 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 69.56 คะแนน และ 45.19 คะแนน และการกระจายของคะแนนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบ โดยใช้ t-test Independent ในรูปของ Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	27	21.96	28.67	6.70	0.90	4.111**
กลุ่มควบคุม	27	21.52	24.52	3.00		

$$t(.01, 52) = 2.66$$

จากตาราง 4 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test Independent ในรูปของ Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	27	78.78	148.33	69.56	6.915	3.524**
กลุ่มควบคุม	27	45.48	90.67	45.19		

$$t(.01, 52) = 2.66$$

จากตาราง 5 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู สรุปสาระสำคัญ และผลของการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอกอสุก จัหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 54 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายมา 2 ห้อง แล้วสุ่มอีกครั้งแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 27 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ และแผนการสอนตามคู่มือครู
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ทำการทดลองโดยการสอน 2 แบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 21 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจวิเคราะห์แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score

สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการเขียนนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ

ประการแรก การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ฝึกขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการหาคำตอบอย่างมีลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ คือ นักเรียนได้รับการฝึกคิดในขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลอง และขั้นสรุปผลการทดลอง ซึ่งการหาคำตอบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ร่วมด้วย การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ จึงเปิดโอกาส และเอื้อต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยสอดคล้องกับอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลตอบรับวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 58) ที่ว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการสอนที่พัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากงานวิจัยของ สุธรรม อ่อนคำ (2534 : 60) ยังพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับการสอนตามคู่มือครูนักเรียนได้ฝึก

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถามในการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผลการทดลอง เป็นลักษณะกิจกรรมที่ครูมีบทบาทมากกว่านักเรียนจึงทำให้เด็กเรียนมีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่มากเท่าที่ควร สอดคล้องกับงานวิจัยของ พฤษภา กลีบแก้ว (2529 : 72) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูนำทาง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อีระชัย นพพิภักดิ์ (2530 : 60) ซึ่งพบว่า วิธีสอนที่สอนให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองมากที่สุด เป็นตัวพยากรณ์การเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประการที่สอง แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการจัดลำดับขั้นตอนไว้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ นักเรียนฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูล ความรับผิดชอบ และการตัดสินใจ อันส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสอดคล้องกับแนวคิดของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 126 - 127) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยการนำสื่อการเรียนการสอนมาใช้ สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผลการวิจัยของ สุภารัตน์ จินดาวงษ์ (2531 : 61) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครู เป็นผู้สอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน สำหรับการสอนตามคู่มือครู ถึงแม้ครูจะมีการเตรียมความพร้อมในด้านเนื้อหาของบทเรียน วางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ สำนวนอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ แต่ในกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนต้องอาศัยการอภิปรายร่วมกับครู ทำให้บทบาทของนักเรียนในการมีส่วนร่วมของกิจกรรมไม่มากเท่าที่ควรต้องพึ่งพาการชี้แนะจากครูการนำสื่อการเรียนมาใช้ในการเรียนการสอน จึงเป็นการเปลี่ยนกิจกรรม และช่วยรักษาระดับความสนใจของนักเรียนตลอดเวลา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้ เพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการฝึกการสังเกต ฝึกจำแนกโดยใช้ประสาทสัมผัสทางตา โดยใช้รูปแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ จูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะใช้ประสาทสัมผัสทางตา และเกิดการคิดตอบสนองอยู่ประจำ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นการส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม

(2533 : 98) ได้ศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู และสอดคล้องกับ ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ซึ่งตรงกับการศึกษาของ ยูเซฟ (เพยาวี ทักษิณ. 2523 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Yoosef. n.d.) ที่พบว่า การจูงใจโดยวิธีต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าวิธีอื่น ๆ การจัดกิจกรรมฝึกการสังเกต ฝึกการจำแนกประเภท ฝึกออกแบบ และการได้ปฏิบัติจริงเป็นแนวทางที่ช่วยให้นักเรียนได้รับผลสำเร็จในการเรียน สามารถนำไปคิดประสานติดต่อได้ ก็เป็นการจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดังที่ สมิต (อารีย์ รังสินนท์. 2526 : 114 ; อ้างอิงมาจาก Smith. 1971) กล่าวว่า การมีกิจกรรมช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จ และการฝึกคิดบ่อย ๆ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

ประการที่สอง การใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ประกอบการสอนได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้พบกับสถานการณ์ที่เป็นภาพประกอบ เป็นสถานการณ์ยั่วเย้าให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่นักเรียนคิดอย่างอิสระในการคิด ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการคิด และกระตือรือร้นที่จะทำสิ่งที่ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 30) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดสถานการณ์ยั่วเย้าให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนแสดงออกในกิจกรรมจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ประการที่สาม การสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยการกระทำ เช่น การฝึกให้นักเรียนเป็นนักสังเกต นักออกแบบ นักปฏิบัติ และนักคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกิจกรรมจะกระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองต่อกิจกรรมโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การให้นักเรียนจำแนก แยกแยะข้อมูลด้วยตนเอง การแสดงออกอย่างอิสระ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ดังแนวคิดของ อาร์ รังสินันท์ (2528 : 63) ที่กล่าวว่า วิธีสอนที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนนั้น จะต้องฝึกนักเรียนให้เป็นคนช่างคิด ช่างถาม ช่างสังเกต ในลักษณะที่แปลก ๆ

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งสามประการ จึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรมีการนำแบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ใช้ประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีขั้นตอนที่แน่นอนเป็นการเพิ่มพูนความรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ผู้ใช้ควรเตรียมความพร้อมในบทบาทของตนเอง โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ เพื่อความเข้าใจในการใช้แบบฝึก และการสอนควรเน้นให้นักเรียนได้ฝึกไปทีละขั้นตอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลของการสอนโดยใช้แบบฝึกชุดคลิกภาพเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้

2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลของการสอนโดยใช้แบบฝึกชุดคลิกภาพเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 - 3





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสงฆ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- ก้องศักดิ์ ศรีน้อย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กันยา แสงสุวรรณ. การพัฒนาบุคลิกภาพและการปรับตัว. กรุงเทพฯ : บารุงสาส์น, 2533.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหา กับ ไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- จรรยา สุวรรณทัต และดวงกมล เวชบรรยงรัตน์. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2529.
- ชาญชัย ลวติรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.
- บุษมา วัฒนะศิริ. การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
- ไชยรัตน์ ปราณี. การศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนสังคมศึกษาโดยการสอนแบบซินดิเคตกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ทัศนีย์ บุญเดิม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 27(1) :

32 - 33 ; มกราคม, 2526.

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นางนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นฤมล ยุตาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.

นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

- บุษยาณี บุชิตากร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- ประทุม ทองพูน. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ประภาพร สุวรรณรัตน์. การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษาฝึกหัดครู. 2524.
- ประสาธ อิศรปริดา. รายงานการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการการฝึก. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2532.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ผ่องพันธุ์ เกิดพิทักษ์. การปรับพฤติกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530.
- ผุสดี ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ม.ต้น," จันทร์เกษม. (กรกฎาคม - สิงหาคม 2531) : 53 - 57.

- พงศ์ธร ลิ้มปัทมวัตน์. บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดปราจีนบุรี ที่มีความชอบในการคิดวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. ปรินิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. ลักษณะบุคลิกภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางและส่วนภูมิภาค. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519. อัดสำเนา.
- พะเยาว์ ทักษิณ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. ปรินิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. "การพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 43 (มกราคม - กุมภาพันธ์ 2532) : 56 - 63.
- ภพ เลหาไพบลีย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล, 2534.
- ภิญโญ สาธร. บันทึกย่อ วิชาครู ชุด ป.ม.. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.
- มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ภูติ ประสพศักดิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหาการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ลัดดา ศุภปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3.

กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.

_____. หลักการวิจัยทางการศึกษา. บริษัทศึกษาพร จำกัด. 2532.

วรรณถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์

ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วรรณถ เพื่องฟู. การสร้างแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดคุณลักษณะของ
ผู้ที่มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผล

กับไม่ประเมินผล. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2526. อัดสำเนา.

วิญญา วิศาลาภรณ์. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของบุคลิกภาพกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนของนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิชญ์โลก ปริญญาโท. กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

วาสนา ผดุงทรง. ผลของการอภิปรายภาพวาดเป็นกลุ่มต่อการพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปัญญาวรคุณ กรุงเทพมหานคร.

ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2529. อัดสำเนา.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วิสุทธิ์ ตรีเงิน. ผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

อัดสำเนา.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการ
ศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

อัสสาเนา.

ศรียกา เจริญศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียน
ไม่คู่กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัสสาเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. รายงานการวิจัยเรื่องการสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยม
ศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การพัฒนาแบบวัดผู้มีความสามารถ
พิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนักเรียนวิทยาศาสตร์. การวิจัย,

2530.

_____. คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ว 204. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2535.

_____. แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
และเทคโนโลยี (พ.ศ. 2535 - 2549). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

2535.

สมคิด พรหมจ้อย. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของบุคลิกภาพด้านการอ่อนไหวตามอารมณ์
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุพรรณบุรี.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2526. อัสสาเนา.

สมจิต สมัตถพันธุ์. "สอนอย่างไรจึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," ใน
การพัฒนาความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน.
หน้า 1 - 2. กรุงเทพฯ : 2535.

✓ สมจิต สวณโพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมจิต สวณไพบูลย์. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

_____. การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534.

กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมัญญา ศรีภณานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินุณานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
อัสสาเนา.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. การปรับปรุงกิจกรรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2524.

สมศรี เพชรขจร. การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียน ที่มีต่อความ
สามารถในการแก้ปัญหาวางทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัสสาเนา.

สามัญศึกษา, กรม. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการศึกษา.
กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2531.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

สุภารัตน์ จินดาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และมโนภาพ
แห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียน
กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัสสาเนา.

- สุนันท์ สังข์อ่อง. "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 34(4) : 337 - 345 ; เมษายน 2535.
- สุปราณี ศรีใสคำ. การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษความรับผิดชอบและความสนใจในการเรียนการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- สุปรียา หาลำเจียก. สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- สุมาลี กาญจนชาติ. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สุวัศก์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.
- สุวิมล ขอบทากิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.1 โดยวิธีสอนแบบ Inquiry Approach และวิธีแบบ Non-Traditional Experimental Approach," มิตรครู. 25(10) : 22 ; พฤษภาคม 2526.
- อรพิน หงวนศิริ. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- อรรถัย ไสกา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้และเรียนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

อนันต์ จันทร์กวี. "การพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,"

ข่าวสาร สสวท. 13 : กรกฎาคม - กันยายน 2528.

อาภรณ์ มหาคำ. ผลการให้คำปรึกษาแบบกลุ่มต่อการปรับพฤติกรรมไม่กล้าแสดงออก.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

อารี รังสินนท์. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ :

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

อุไร สิงห์โต. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพแบบ 'เก็บตัว' และแบบแสดงตัวกับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

อัสสาเนา.

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Science. Englewood cliffs, Prentice-Hall, 1970.

Carin Arthur A. and Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. 2nd ed. Charis Merrill Publishing Company Columbus, 1975.

Cole, Charles Chester. Encouraging Scientific Talent. a Study of America's able students who lost to college, and of ways of attracting them to college and Science careers. New york : College Entranee Examination board, 1956.

Davis, Maynard. "The Effectiveress of a Guided-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164 - A ; January, 1976.

Devito, Alfred. "Recognized and Assessing Creativity," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hill, 1971.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Educational Services, 1952.

Flaherty, M.R. and Eileen Reutzel. "Personality Tratis of High and Low Achievement in college," The Journal of Educational Research. 58(9) : 409 - 410 ; May-June, 1965.

Good, C.V. Introduction to Educational Research. New York, Aplication Century Crofts, 1959.

Harrison, G. Gough. "Graduation from Highschool as Perdiet from the CPI," Psychology in the School. 3(3) : 209 - 211 ; July, 1960.

James, V.Me Connell. Understanding Human Behavior. New York : Holt Rinehat and Winston, 1974.

Meclandess, Boyd A. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York : Holt, 1978.

- Moravesik, M.J. "Creativity in Science Education," Science Education. 65(2) : 221 - 227 ; 1981.
- Piltz, A. and Sund. B.R. Creative Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed. Boston : Allyn and Bacon, Inc., 1974.
- Ronald, E. Smith, Sarason, Irwin G. and Sarason, Barbara R. Psychology : The Frontiers of Behavior. New York : Harper and Row, 1982.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New york : John Wiley and Son, Inc., 1962.
- Sund, B.R. and Trowbridge, J.W. Teaching Science by Inquiry. 2nd ed. Columbus, Ohio : Charles Merrill Publishing Company, 1973.
- Thelen, Herbert. Education and the Humand Quest. New york : Harper & Row, 1960.
- Torrance. Paul E. Education and the Creative Potential. Minneapoles, The Press, Inc., 1963.
- Younge, Richard C. "The Nuturance of Independence and Learning Development, Final Report," Research in Educational. 5(2) : 53 ; February, 1970.



ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ



ตาราง 6 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.72	.44	26	.27	.22
2	.43	.20	27	.27	.34
3	.45	.39	28	.36	.56
4	.66	.40	29	.47	.62
5	.74	.42	30	.28	.34
6	.33	.23	31	.51	.72
7	.37	.48	32	.39	.38
8	.51	.60	33	.33	.40
9	.56	.57	34	.36	.41
10	.34	.30	35	.34	.42
11	.48	.41	36	.43	.56
12	.56	.65	37	.33	.44
13	.33	.25	38	.47	.51
14	.42	.51	39	.45	.50
15	.48	.61	40	.51	.72
16	.36	.45	41	.40	.54
17	.43	.40	42	.37	.66
18	.39	.39	43	.53	.62
19	.28	.29	44	.33	.22
20	.54	.40	45	.48	.70

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
21	.40	.51	46	.33	.37
22	.51	.64	47	.33	.55
23	.25	.29	48	.42	.63
24	.24	.31	49	.31	.61
25	.33	.60	50	.21	.21

ตาราง 7 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	กลุ่มคะแนนสูง		กลุ่มคะแนนต่ำ		t
	X_H	S_H	X_L	S_L	
1	2.38	1.76	0.28	0.19	5.51
2	3.15	1.64	0.23	0.19	7.89



ตาราง 8 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้
ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	16	21	5	15	15	24	9
2	19	27	8	16	28	32	4
3	21	29	8	17	18	27	9
4	17	31	14	18	18	25	7
5	24	37	13	19	24	26	2
6	26	33	7	20	24	27	3
7	21	27	6	21	26	34	8
8	19	35	16	22	26	32	6
9	21	27	6	23	24	27	3
10	26	31	5	24	28	36	8
11	26	29	3	25	18	25	7
12	27	31	4	26	17	20	3
13	22	25	3	27	16	29	13
14	26	27	1				

ตาราง 9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้
ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	23	26	3	15	25	26	1
2	25	30	5	16	20	25	5
3	23	23	0	17	18	26	8
4	20	27	7	18	27	29	2
5	25	28	3	19	18	20	2
6	25	28	3	20	22	23	1
7	16	19	3	21	24	25	1
8	17	28	11	22	20	21	1
9	20	25	5	23	17	21	4
10	19	19	0	24	27	33	6
11	20	22	2	25	20	23	3
12	23	23	0	26	27	28	1
13	15	17	2	27	22	24	2
14	23	23	0				

ตาราง 10 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้
ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	60	137	77	15	77	96	19
2	132	168	36	16	95	143	48
3	85	143	58	17	41	111	70
4	34	164	130	18	69	141	72
5	68	137	69	19	86	141	55
6	63	148	85	20	47	170	123
7	101	172	71	21	62	83	21
8	143	192	49	22	117	195	78
9	109	144	35	23	70	200	130
10	56	180	124	24	71	139	68
11	84	167	83	25	41	114	73
12	59	122	63	26	121	168	47
13	59	107	48	27	98	169	71
14	79	154	75				

ตาราง 11 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้
ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	23	65	42	15	38	67	29
2	57	95	38	16	40	80	40
3	46	103	57	17	37	94	57
4	91	150	59	18	52	78	26
5	44	86	42	19	33	64	31
6	39	114	75	20	24	32	8
7	36	83	47	21	63	91	28
8	45	70	25	22	55	95	40
9	64	143	79	23	55	87	32
10	52	136	84	24	64	136	72
11	17	63	46	25	24	65	41
12	39	104	65	26	66	130	64
13	37	51	14	27	61	118	57
14	26	48	22				

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์



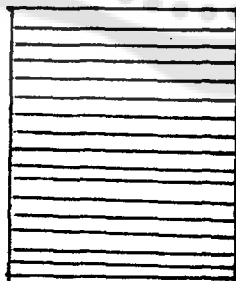
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

คำชี้แจง

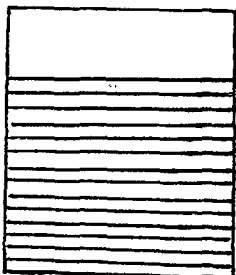
1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย x ในช่อง ก ข ค ง จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย $\neq$ ทับตัวเลือกเดิมก่อน แล้วจึงทำเครื่องหมาย x ใหม่ลงในช่องตัวเลือกที่ต้องการ
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที
5. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการควบคุมการสอบ

1. สารที่เป็นองค์ประกอบในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนมากที่สุดคือข้อใด
 - ก. น้ำ
 - ข. อาหาร
 - ค. ของเสีย
 - ง. ก๊าซออกซิเจน
 - จ. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. ในฤดูร้อน และฤดูหนาว นักเรียนจะสูญเสียน้ำจากร่างกายในรูปใดมากที่สุดตามลำดับ
 - ก. ปัสสาวะ เหงื่อ
 - ข. เหงื่อ ปัสสาวะ
 - ค. ลมหายใจ เหงื่อ
 - ง. เหงื่อ ลมหายใจ
 - จ. ปัสสาวะ ลมหายใจ
3. ถ้า  น้ำในร่างกาย
 ส่วนประกอบอื่นในร่างกาย
 แผนภาพในข้อใดที่แสดงถึงปริมาณน้ำที่เป็นองค์ประกอบในร่างกายของคนโดยคิดจากน้ำหนักตัวได้ถูกต้อง

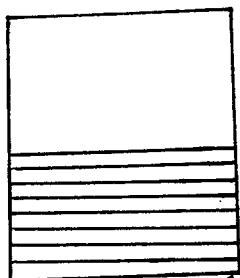
ก.



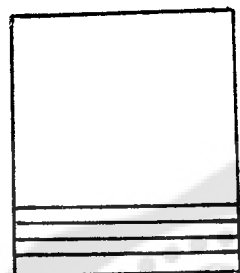
ข.



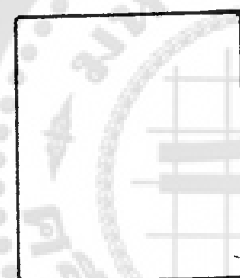
ค.



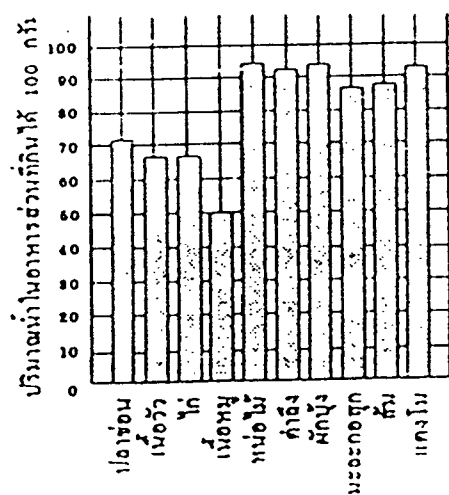
ง.



จ.



คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากกราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4 - 5 กราฟแสดงปริมาณน้ำในอาหารบางชนิด



4. จากกราฟอาหารที่มีปริมาณของน้ำเท่ากันคือข้อใด

- ก. เนื้อวัว, ไก่
- ข. ปลาช่อน, ไก่
- ค. ส้ม, มะละกอ
- ง. หน่อไม้, ผักบุ้ง
- จ. ตำลึง, มะละกอ

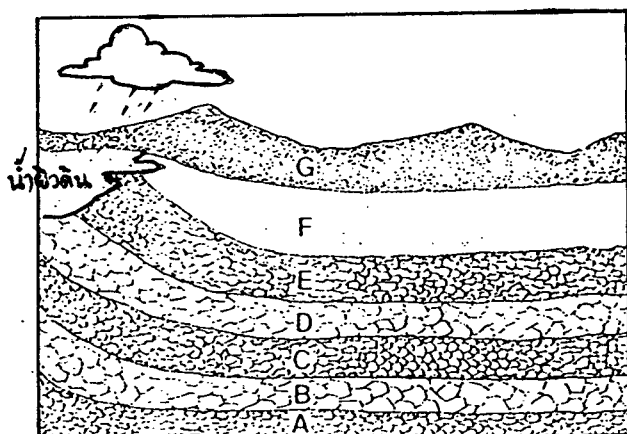
5. อาหารในข้อใดที่มีปริมาณน้ำไม่ถึง 70%

- ก. เนื้อวัว, ไก่, เนื้อหมู
- ข. ปลาช่อน, ไก่, เนื้อหมู
- ค. ปลาช่อน, เนื้อวัว, ไก่
- ง. ปลาช่อน, เนื้อวัว, เนื้อหมู
- จ. หน่อไม้, ปลาช่อน, เนื้อหมู

6. แหล่งน้ำในธรรมชาติที่พบมากที่สุดคือข้อใด

- ก. น้ำผิวดิน
- ข. น้ำใต้ดิน
- ค. น้ำในบรรยากาศ
- ง. น้ำผิวดิน, น้ำใต้ดิน
- จ. น้ำใต้ดิน, น้ำในบรรยากาศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพต่อไปนี้แล้ว ตอบคำถามข้อ 7



กำหนดให้

- . A-G เป็นชั้นต่าง ๆ ที่พบในชั้นดินบริเวณต่าง ๆ
- . ชั้น D เป็นชั้นหินซึ่งมีช่องว่างหรือรูพรุน
- . ชั้น E เป็นชั้นหินซึ่งน้ำซึมผ่านได้ยาก

7. จากแผนภาพ ระดับน้ำในดินควรพบบริเวณตอนบนสุดของอักษรได้
- A
 - D
 - E
 - F
 - G
8. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- พื้นที่บริเวณใดชุ่มชื้น ระดับน้ำใต้ดินจะสูง
 - ระดับน้ำใต้ดิน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งจะคงที่เสมอ
 - ระดับน้ำใต้ดินต้องอยู่ลึกลงไปจากพื้นดินเท่ากันทุกแห่ง
 - ไม่ว่าระดับน้ำใต้ดินบริเวณใดก็ตาม จะมีปริมาณน้ำใต้ดินเท่ากัน
9. สาเหตุสำคัญของการทรุดตัวของพื้นดินในเขตกรุงเทพฯ คืออะไร
- น้ำหนักบรรทุกทุกที่กดทับอยู่เป็นประจำ
 - การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมาก
 - การสร้างอุโมงค์ส่งน้ำใต้ดินของการประปานครหลวง
 - ประชากรเพิ่มมากขึ้นมีการปลูกสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น
 - จากการเปลี่ยนแปลงภายในโลกทำให้พื้นดินทรุดตลอดเวลา
10. ถ้าแบ่งแหล่งน้ำออกเป็น 2 พวก ดังนี้

อ่างเก็บน้ำ	มหาสมุทร
บ่อน้ำบาดาล	ลำคลอง
เขื่อน	แม่น้ำ
ฝาย	ทะเล

นักเรียนคิดว่าอะไรคือเกณฑ์ในการแบ่งแหล่งน้ำ

- ก. ขนาดของแหล่งน้ำ
- ข. ความลึกของแหล่งน้ำ
- ค. ชนิดของน้ำในแหล่งน้ำ
- ง. แหล่งที่เกิดของแหล่งน้ำ
- จ. ความสำคัญของแหล่งน้ำที่มีต่อมนุษย์

11. ข้อใดเป็นความหมายของคำ "วัฏจักรของน้ำ"

- ก. การไหลเวียนของกระแสน้ำในธรรมชาติ
- ข. การหมุนเวียนของกระแสน้ำ และกระแสลมในธรรมชาติ
- ค. ปรากฏการณ์ที่น้ำในแม่น้ำลำคลองเปลี่ยนสถานะเป็นไอ
- ง. ปรากฏการณ์ที่น้ำจากบริเวณใต้ดินถูกพืชดูดขึ้นไปแล้วคายออกสู่บรรยากาศ
- จ. ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่และหมุนเวียนของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

12. ทำไมจึงกล่าวกันว่า "ป่าไม้เป็นเสมือนปอดของประเทศ"

- ก. ต้นไม้ช่วยคนหายใจ
- ข. ต้นไม้ช่วยถ่ายเทก๊าซเสียในเมือง
- ค. ต้นไม้ช่วยทำให้เกิดความชุ่มชื้นทั่วไป
- ง. ต้นไม้ช่วยเพิ่มไอน้ำในอากาศให้บริสุทธิ์
- จ. ต้นไม้ช่วยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คายก๊าซออกซิเจน

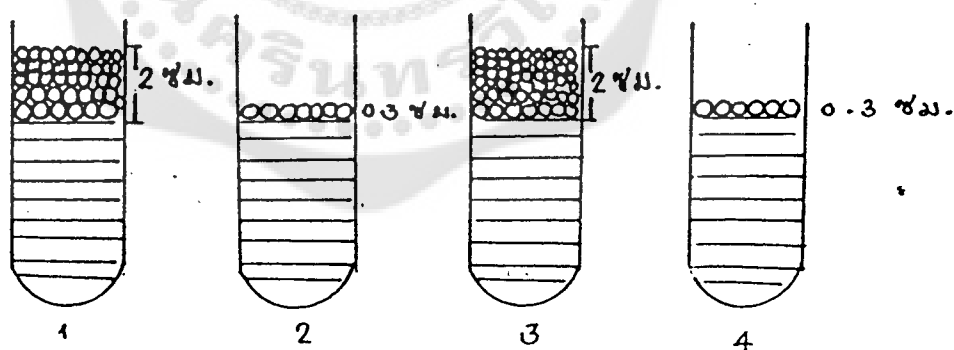
13. จากคำพูดที่ว่าประเทศไทยจะกลายเป็นทะเลทราย ถ้ายัง ไม่มีการอนุรักษ์ป่าไม้ "การอนุรักษ์ป่าไม้" ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร

- ก. การบำรุงรักษาป่าในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ
- ข. การส่งเสริมและปลูกฝังค่านิยมในการดูแลรักษาป่าไม้
- ค. การดูแลรักษาป่าไม้ไว้โดยไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์
- ง. การประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติ และลงโทษผู้ทำลายป่าอย่างรุนแรง
- จ. การปลูกป่า ประกาศเขตพื้นที่ป่าไม้และออกกฎหมายควบคุมการใช้ประโยชน์จากป่าไม้

14. ข้อใดเป็นความหมายของ "จุดเดือด"
- การที่ไอน้ำในอากาศรวมตัวเป็นหยดน้ำ
 - จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
 - จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง
 - จุดที่ความร้อนทำให้น้ำเดือด ซึ่งขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำคงที่
 - พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ
15. น้ำอ่อนหมายถึงข้อใด
- น้ำที่จับแล้วรู้สึกวาล้น
 - น้ำที่ทำพองกับสบู่ได้ง่าย
 - น้ำที่ไม่ทำพองกับสบู่เลย
 - น้ำไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส
 - น้ำที่ต้มจนแห้งแล้วไม่มีสิ่งเจือปนตกค้างอยู่
16. นักเรียนควร เลือกใช้น้ำในข้อใดที่ทำให้สิ้นเปลืองสบู่最少ที่สุด
- น้ำตกร
 - น้ำฝน
 - น้ำคลอง
 - น้ำแม่น้ำ
 - น้ำบาดาล
17. นางรจนา ต้องการรักษากาต้มน้ำที่ซื้อ^๕มาใหม่ไม่ต้องการให้ตะกรันเกิดเร็วเกินไป
ใบที่กั้นภาชนะ นางรจนาต้องใช้น้ำในข้อใดมาต้ม
- น้ำฝน
 - น้ำคลอง
 - น้ำบาดาล
 - น้ำในทะเล
 - น้ำในลำธาร

18. ถ้าต้องการแก้ความกระด้างของน้ำทะเลด้วยการกลั่น น้ำที่ได้จะมีสมบัติอย่างไร
- ใส, รสขม
 - ขุ่น, ไม่มีรส
 - ใส, ไม่มีรส
 - ขุ่น, มีรสเค็ม
 - รสจืด และมีตะกอนขุ่นขาวปรากฏให้เห็น
19. นักเรียนคนหนึ่งวิเคราะห์ได้ว่า ในน้ำที่ได้้นมาจากสระแห่งหนึ่ง มีแมกนีเซียมซัลเฟต เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย นักเรียนผู้นั้นควรสรุปว่าน้ำที่นำมาวิเคราะห์เป็นน้ำชนิดใด
- น้ำอ่อน
 - น้ำกลั่น
 - น้ำเสีย
 - น้ำกระด้างถาวร
 - น้ำกระด้างชั่วคราว

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 20 - 21



เติมน้ำสบู่ในหลอดทดลองทั้ง 4 หลอด แล้วเขย่าปรากฏว่าหลอดที่ 1 และหลอดที่ 3 เกิดฟองมากวัดระดับของฟองได้ 2 เซนติเมตร ส่วนหลอดที่ 2 และหลอดที่ 4 เกิดฟองน้อยมาก วัดระดับได้ 0.3 เซนติเมตร

20. หลอดใดมีสมบัติเช่นเดียวกับน้ำฝน

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 1 และ 4

ง. 2 และ 3

จ. 3 และ 4

21. ถ้าเติมโซเดียมคาร์บอเนตเพื่อทำให้น้ำใช้ซักล้างได้โดยไม่สิ้นเปลืองสบู่ต้องเติมที่หลอดใด

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 1 และ 4

ง. 2 และ 4

จ. 3 และ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาดารางต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 22 - 23

สมบัติของน้ำ

หลอดที่	สารในหลอด	เมื่อถูกกับสบู่	ความสูงของฟองสบู่ในหลอดทดลอง (ซม.)
1	น้ำกลั่น	เป็นฟองง่าย	2.3
2	น้ำประปา	เป็นฟองง่าย	2.2
3	น้ำกลั่นและ แคลเซียมคลอไรด์	เป็นฟองยาก	0.4
4	น้ำกลั่นและ แมกนีเซียม คลอไรด์	เป็นฟองยาก	0.4

22. จากข้อมูลในตาราง หลอดที่บรรจุน้ำอ่อนคือหลอดใด

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

23. ถ้าจะให้ให้น้ำในหลอดที่ 3 และ 4 เป็นพองง่ายจะทำอย่างไร

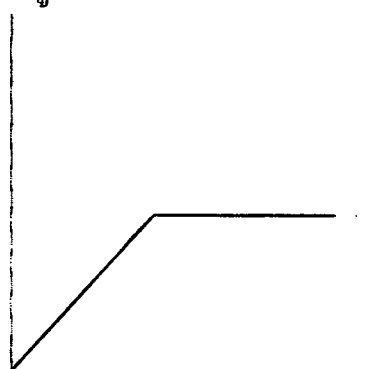
- ก. นำไปต้มให้เดือด
- ข. เติมน้ำเกลือเข้มข้น
- ค. เติมน้ำเค็มกลั่น
- ง. เติมน้ำเค็มคาร์บอน
- จ. เติมน้ำเค็มไฮดรอกไซด์

24. ถ้านักเรียนจะทำการทดลองเรื่อง "จุดเดือดของน้ำ" นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใดเพื่อทำการทดลองในเรื่องนี้

- | | | |
|------------------------|--------------|-------------------|
| 1. ตะเกียงแอลกอฮอล์ | 2. ปากคีบ | 3. บีกเกอร์ |
| 4. แก้วน้ำพร้อมที่ตั้ง | 5. ตะแกรงลวด | 6. เทอร์มอมิเตอร์ |
| 7. หลอดหยด | 8. ขาตั้ง | |
- ก. 1, 2, 3, 4, 5, 6
 - ข. 1, 2, 3, 4, 5, 7
 - ค. 1, 3, 4, 5, 6, 7
 - ง. 1, 3, 4, 5, 6, 8
 - จ. 2, 3, 4, 5, 6, 8

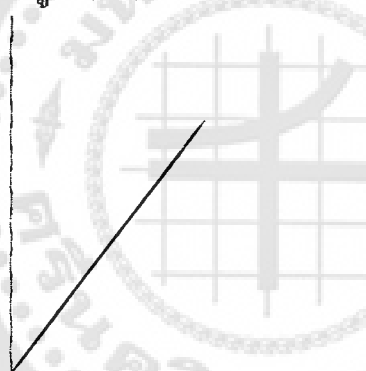
25. กราฟในข้อใดที่แสดงถึงการต้มน้ำอุณหภูมิห้องจนกระทั่งเดือด

ก. อุณหภูมิ (C)



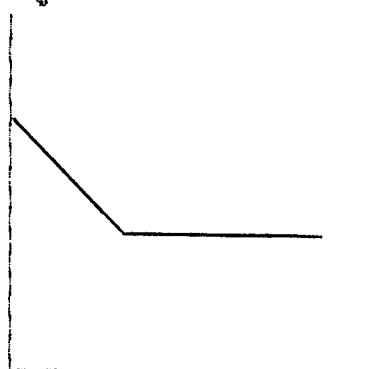
เวลา (นาที)

ข. อุณหภูมิ (C)



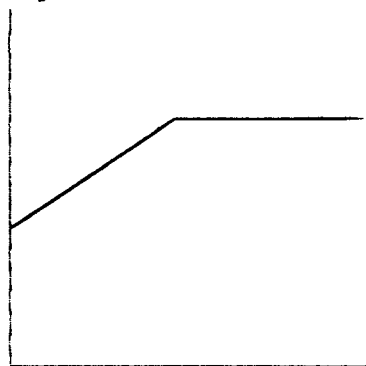
เวลา (นาที)

ค. อุณหภูมิ (C)



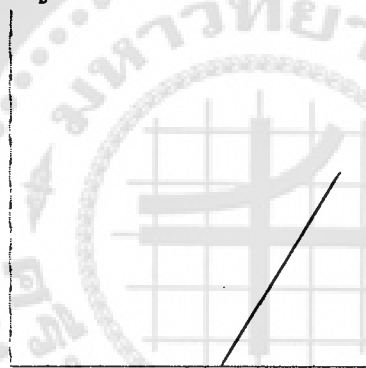
เวลา (นาที)

ง. อุณหภูมิ (C)



เวลา (นาที่)

จ. อุณหภูมิ (C)



เวลา (นาที่)

26. อาริห์ทดลองใส่น้ำแข็งลงในแก้วที่มีน้ำอยู่ และวัดอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 5 นาที จากการทดลองตัวแปรต้น และตัวแปรตามคือข้อใดเรียงตามลำดับ
- เวลา, อุณหภูมิของน้ำ
 - อุณหภูมิของน้ำ, เวลา
 - ปริมาณน้ำแข็ง, อุณหภูมิ
 - ปริมาณน้ำแข็ง, เวลา
 - ภาชนะที่ใส่, ปริมาณน้ำแข็ง

27. การกรองเป็นกระบวนการแยกสารประเภทใด
- ของแข็งกับก๊าซ
 - ของเหลวกับก๊าซ
 - ของแข็งกับของแข็ง
 - ของแข็งกับของเหลว
 - ของเหลวกับของเหลว
28. เมื่อแกว่งน้ำด้วยสารส้ม ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
- น้ำจะใสและสะอาด
 - น้ำจะใสปราศจากกรส
 - น้ำปราศจากเชื้อโรค
 - น้ำสะอาดใช้บริโภคได้
 - น้ำใสสารแขวนลอยตกตะกอน
29. เครื่องกรองที่ใช้ตามบ้านเรือน อาศัยหลักการในข้อใด
- หลักการระเหย
 - หลักการเกิดเมฆ
 - หลักการเกิดน้ำค้าง
 - หลักการทำน้ำประปา
 - หลักการซึมของน้ำผ่านดิน
30. น้ำที่ผ่านการกรองมาแล้วคือน้ำในข้อใด
- น้ำคลอง
 - น้ำใต้ดิน
 - น้ำทะเล
 - น้ำในบ่อ
 - น้ำในบึง

31. การทำให้น้ำเกลือ น้ำแร่ และน้ำบาดาล เป็นน้ำบริสุทธิ์ควรใช้วิธีการใด
- การต้ม
 - การกลั่น
 - การกรอง
 - การระเหิด
 - การตกตะกอน
32. ถ้านักเรียนเล่นเรือไปในทะเลและบังเอิญน้ำจืดที่เตรียมมาหมด นักเรียนจะแก้ปัญหาอย่างไร
- นำน้ำทะเลมาต้มและกรอง
 - นำน้ำทะเลมาต้มและควบแน่น
 - นำน้ำทะเลมาต้มและตกตะกอน
 - นำน้ำทะเลมากรองและตกตะกอน
 - ร่อนน้ำฝนที่ตกมาเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ดื่ม
33. น้ำอ่ทรายเปรียบได้กับน้ำอะไร
- น้ำกลั่น
 - น้ำคลอง
 - น้ำคลองที่นำมาตกตะกอน
 - น้ำกรองจากเครื่องกรองที่ไม่มีถ่าน
 - น้ำที่กรองผ่านเครื่องกรองที่ใช้ตามบ้าน
34. บ้านของนักเรียนอยู่ริมคลองและต้องการนำน้ำคลองมากรองเองเพื่อใช้บริโภค ถ้าในชั้นกรองไม่มีถ่าน นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุใดแทน
- ผ้าขาวบาง
 - ปูนหรือสาลี
 - ขี้เถ้าแกลบ
 - กระสอบปุย
 - กาบมะพร้าว

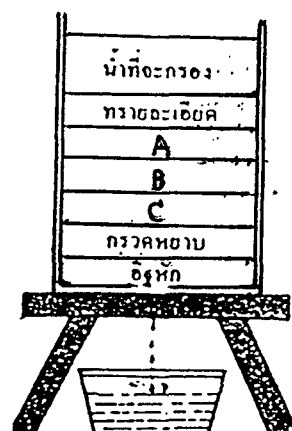
35. ในการทดลองทดสอบความกระด้างของน้ำที่ได้จาก 4 แหล่ง คือ ก, ข, ค, ง, ด้วยสารละลาย สบู่ และเขย่า แล้ววัดความสูงของฟองได้ผลดังตาราง

แหล่งน้ำ	ความสูงของฟองสบู่ (ซม)
ก	1.8
ข	-
ค	0.9
ง	-

การทดลองนี้ไม่ต้องควบคุมสิ่งใด

- ก. แหล่งน้ำ
- ข. ปริมาณน้ำ
- ค. แรงที่ใช้เขย่า
- ง. ภาชนะที่ใส่น้ำ
- จ. ปริมาณสารละลายสบู่

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษารูปภาพ ที่แสดงถึงการกรองด้วยเครื่องกรอง แล้วตอบคำถามข้อ 36 - 37



รูปการกรองด้วยเครื่องกรอง

36. จากรูป ชั้น A หมายถึงสิ่งใด

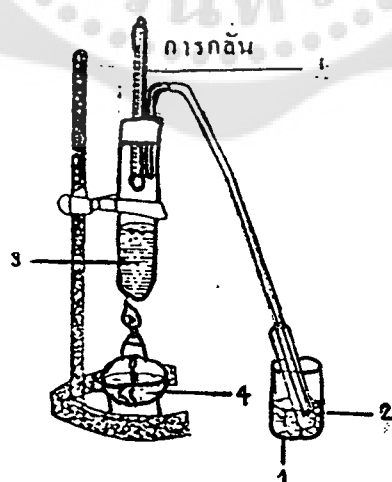
- ก. ถ่าน
- ข. สาลี
- ค. ทรายหยาบ
- ง. ทรายละเอียด
- จ. กรวดละเอียด

37. จากรูป ชั้น B หมายถึงสิ่งใด

- ก. ถ่าน
- ข. สาลี
- ค. ทรายหยาบ
- ง. ทรายละเอียด
- จ. กรวดละเอียด

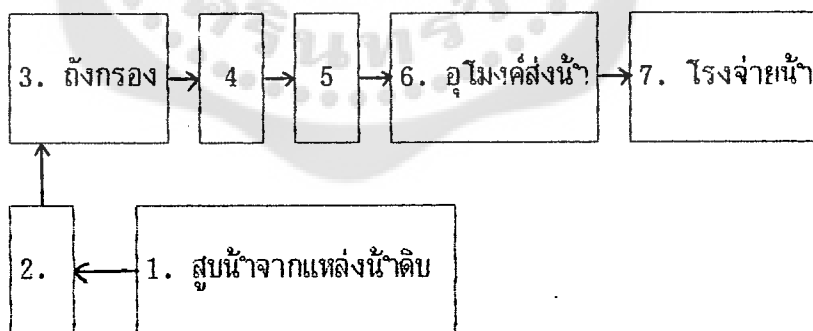
คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษารูปต่อไปนี้ และใช้ตัวเลขที่กำหนดให้ ตอบคำถาม

ข้อ 38 - 39



- ก. 1
 ข. 2
 ค. 3
 ง. 4
 จ. 5
38. จากรูปภาพผลของการควบแน่นสามารถดูได้จากหมายเลขใด
39. จากรูปภาพ น้ำที่นํามากล้นคือหมายเลขใด
40. ในการทําน้ำประปา ต้องใช้ถ่านเพื่ออะไร
- ก. ทําลายเชื้อโรค
 ข. เพิ่มรสให้น้ำดื่ม
 ค. ฟอกสีและกำจัดกลิ่น
 ง. ลดความเป็นกรด - เบสของน้ำ
 จ. ทำให้สารแขวนลอยในน้ำตะกอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแผนภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 41



41. ถ้าขั้นตอนที่ 2 เติมสาร A เพื่อลดความเป็นกรด และขั้นตอนที่ 4 เติมสาร B เพื่อฆ่าเชื้อโรค สาร A คืออะไร
- ทราย
 - ปูนขาว
 - สารส้ม
 - คลอรีน
 - ถ่านหินแอนทราไซต์
42. ถ้านักเรียนจะออกแบบระบบน้ำประปาไว้ใช้ภายในหมู่บ้านอย่างไรจึงจะทำให้
น้ำไหลแรง
- ใช้เครื่องปั้มน้ำเข้าท่อที่มีกำลังแรง ๆ
 - สร้างท่อส่งน้ำให้ยาว ๆ จะได้ใช้กันทุกบ้าน
 - สร้างแท้งค์น้ำให้มีขนาดใหญ่ ๆ น้ำจะได้มีแรงดันมาก ๆ
 - สร้างท่อน้ำให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ๆ แต่ท่อน้ำใช้ท่อสั้น ๆ ต่อกัน
 - สร้างแท้งค์น้ำให้อยู่สูง ๆ แล้วปล่อยน้ำไปตามท่อ น้ำจะได้มีแรงดันมาก ๆ
43. สารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ถูกฝนชะล้างลงในแม่น้ำลำคลอง
ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือข้อใด
- ศัตรูพืชของน้ำถูกกำจัดให้หมดไป
 - ก๊าซออกซิเจนในน้ำมีปริมาณมากขึ้น
 - สัตว์น้ำอาจได้รับอันตรายถึงตายได้
 - พืชน้ำเจริญเติบโตดีเพราะขาดศัตรูพืช
 - สารเคมีที่สัตว์น้ำได้รับช่วยในการเจริญเติบโต
44. สัตว์ปีกที่หากินในน้ำเมื่อไปหากินบริเวณที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวน้ำ มักพบว่า
สัตว์จมน้ำตาย นักเรียนคิดว่าเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุใด
- น้ำมันไปละลายไขมันที่เคลือบขน
 - น้ำมันจับรอบขนสัตว์ทำให้มีน้ำหนักมากขึ้น
 - น้ำมันทำให้ระบบการหายใจของสัตว์ขัดข้อง
 - สัตว์ปีกกินน้ำมันเข้าไปจึงทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น
 - น้ำมันทำให้น้ำมันมีความหนาแน่นลดลงสัตว์จึงจมน้ำ

45. วิธีแก้ไขในข้อใด ที่ไม่ทำให้ สิ่งปฏิกลจากการเกษตร ไหลลงสู่แม่น้ำ
- ให้เกษตรกรไปทำอาชีพอื่น
 - ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย
 - ออกกฎหมายอย่างหนักกับผู้ทำให้น้ำเสีย
 - ห้ามเกษตรกรใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
 - ให้ความรู้การใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแก่เกษตรกร
46. ถ้ามีน้ำเสียเกิดขึ้นบริเวณโรงเรียน นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหานี้
อย่างไร
- นำคลอรีนเทใส่น้ำเสีย
 - นำผักตบชวามาใส่ลงในน้ำ
 - สูบน้ำเสียลงคลองหรือท่อประปา
 - ไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งโสโครกลงในน้ำเสีย
 - นำน้ำเสียมาขังไว้ให้ตกตะกอนแล้วปล่อยส่วนที่ใสซึมลงดิน
47. การที่มีปลาจำนวนมากในแม่น้ำเกิดการตายนักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร
- น้ำมีกลิ่นเหม็นมาก
 - ออกซิเจนในน้ำมีน้อยมาก
 - ในน้ำมีคลอรีนมากกว่าปกติ
 - มีสาหร่ายในน้ำมากกว่าปกติ
 - โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ
48. ในการทดลองของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง โดยนำน้ำจากแหล่งเดียวกัน บรรจุในหลอด
ที่มีขนาดเท่ากันและปริมาณเท่ากัน 3 หลอด คือ
- หลอดที่ 1 บรรจุน้ำอย่างเดียว พร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่
- หลอดที่ 2 บรรจุน้ำและสาหร่าย 1 ต้น ปลุกไว้ในน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง
1 คู่
- หลอดที่ 3 บรรจุน้ำและเท้าน้ำหน่อลิ้นงไปบนผิวน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่
- เมื่อตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่งผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. ปลาในหลอดที่ 1 จะตายเร็วที่สุด
- ค. ปลาในหลอดทุกหลอดจะตายหมด
- ง. ปลาในหลอดที่ 3 จะตายไปเร็วที่สุด
- จ. ปลาทุกตัวในหลอดยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้ปกติ
49. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่าความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองตามข้อใด
- ก. ใช้ภาชนะขนาดต่างกัน ใส่สารละลายต่างกันและพืชน้ำต่างกัน
- ข. ใช้ภาชนะขนาดเท่ากัน ใส่สารละลายต่างกันและพืชน้ำต่างกัน
- ค. ใช้ภาชนะขนาดเท่ากัน ใส่สารละลายต่างกันและพืชน้ำเท่ากัน
- ง. ใช้ภาชนะขนาดเท่ากัน ใส่สารละลายเท่ากันและพืชน้ำต่างกัน
- จ. ใช้ภาชนะขนาดต่างกัน ใส่สารละลายเท่ากันและพืชน้ำเท่ากัน
- คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 50

แหล่งน้ำ	ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)
A	4.3
B	2.8
C	3.0
D	1.5
E	6.7

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

คำชี้แจงวิธีตอบแบบทดสอบ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบนี้เรียกว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบนี้มี 2 ข้อ คำถามใหญ่ พร้อมด้วยภาพประกอบ และในการตอบคำถามให้นักเรียนพิจารณาภาพประกอบไปด้วย ในคำถามใหญ่แต่ละข้อจะมีคำถามย่อยอยู่ 4 ข้อ ได้แก่
 - ก. คำถามย่อยเกี่ยวกับการระบุปัญหา
 - ข. คำถามย่อยเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน
 - ค. คำถามย่อยเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง และการทดลอง
 - ง. คำถามย่อยเกี่ยวกับการสรุปหรือนำไปใช้ประโยชน์
3. จะให้เวลาสำหรับตอบคำถามใหญ่ ข้อละ 30 นาที ซึ่งกรรมการคุมสอบจะเป็นผู้บอกให้ลงมือตอบ หรือหยุดตอบเมื่อใด และนักเรียนสามารถตอบได้โดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบ
4. เพื่อให้ได้คะแนนมากนักเรียนควร
 - 4.1 อ่านคำถามให้เข้าใจและตอบให้ตรงประเด็นคำถาม ถ้าไม่เข้าใจคำถามให้ยกมือถามกรรมการคุมสอบเสียก่อน
 - 4.2 ตอบด้วยคำตอบที่มีแนวโน้มเป็นไปได้
 - 4.3 ตอบด้วยคำตอบที่ไม่ซ้ำกันให้มาก ๆ เพราะจะได้คะแนนมากตามจำนวนคำตอบ หรือให้มีแนวคำตอบที่ไม่ซ้ำแนวเดิมหลาย ๆ แนวก็จะยิ่งได้คะแนนมากขึ้น หรือถ้าตอบด้วยคำตอบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใครก็จะได้คะแนนมากเป็นพิเศษ

ตัวอย่าง

คำถาม : ประโยชน์ของกระดาษหนังสือพิมพ์ที่อ่านแล้วมีอะไรบ้าง

คำตอบ : แนวที่หนึ่ง ใช้ห่อขนม ใช้ห่อของ ใช้ห่อเสื้อผ้า ฯลฯ

: แนวที่สอง ใช้พับกล่อง ใช้พับเป็นตัวตุ๊กตา ฯลฯ

: แนวที่สาม ใช้เพาะเห็ด (แปลกใหม่)

- 6)
.....
- 7)
.....
- 8)
.....
- 9)
.....
- 10)
.....

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษแผ่นนี้)

1.2 คำถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน

นักเรียนคิดว่าในอนาคตอีก 50 ปีข้างหน้า ภูมิประเทศในภาพน่าจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง และเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

น่าจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเป็นดังนี้ เพราะว่า

- 1) " 1)
.....
- 2) " 2)
.....
- 3) " 3)
.....
- 4) " 4)
.....
- 5) " 5)
.....

น่าจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเป็นดังนี้

เพราะว่า

6) " 6)

.....

7) " 7)

.....

8) " 8)

.....

9) " 9)

.....

10) "10)

.....

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษ
แผ่นนี้)

1.3 คำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง

นักเรียนจะออกแบบการทดลอง เพื่อยืนยันความคิดและเหตุผลต่อคำตอบใน

ข้อ 1.2 ตามลำดับได้อย่างไรบ้าง

1)

.....

.....

.....

.....

2)

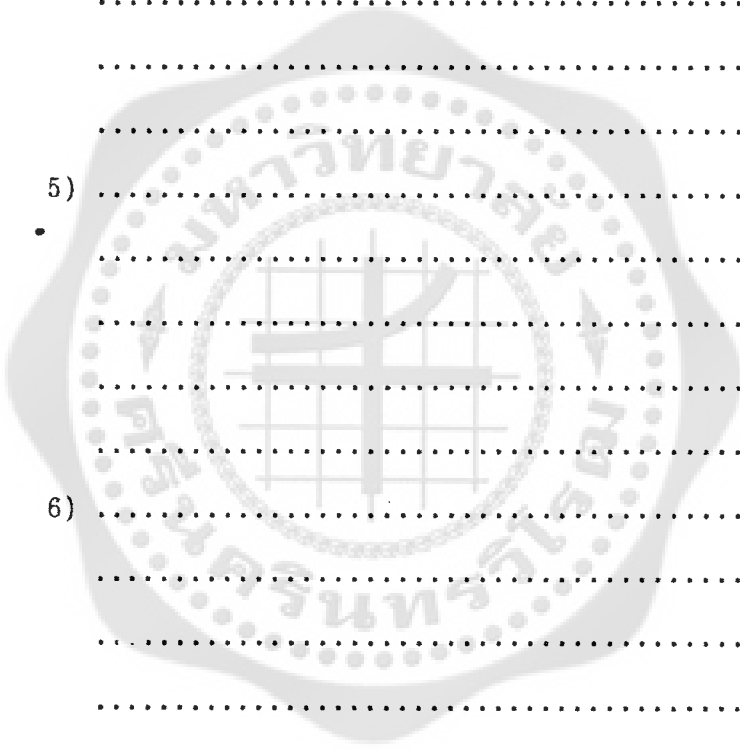
.....

.....

.....

.....

- 3)
.....
.....
.....
.....
- 4)
.....
.....
.....
.....
- 5)
.....
.....
.....
.....
- 6)
.....
.....
.....
.....
- 7)
.....
.....
.....
.....



8)
.....
.....
.....
.....

9)
.....
.....
.....
.....

10)
.....
.....
.....
.....

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษ
แผ่นนี้)

1.4 คำถามเกี่ยวกับการสรุปหรือนำไปใช้ประโยชน์

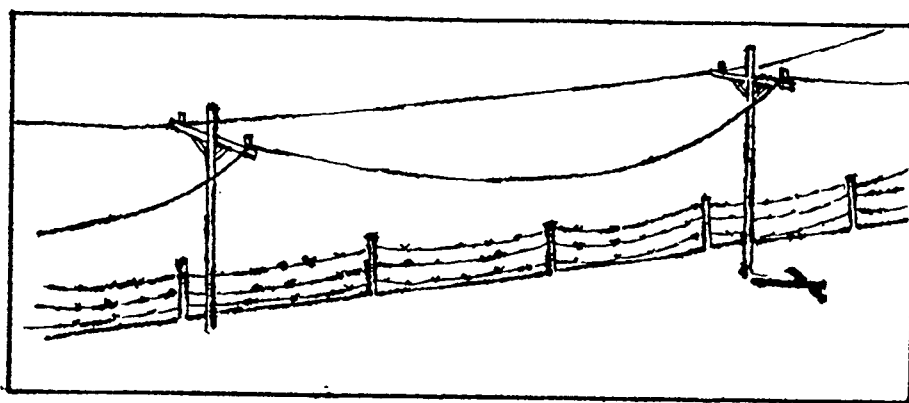
ถ้านักเรียนจะหาพื้นที่ภูมิประเทศในภาพให้เหมาะสมต่อการเกษตรกรรม
(ปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์) โดยให้ได้ประโยชน์จากการใช้พื้นที่มากที่สุด (สมมติว่า
นักเรียนมีเงินทุนและเครื่องจักรจำนวนมาก) นักเรียนจะหาอย่างไรได้บ้าง

1)
.....
.....
.....

- 2)
.....
.....
.....
- 3)
.....
.....
.....
- 4)
.....
.....
.....
- 5)
.....
.....
.....
- 6)
.....
.....
.....
- 7)
.....
.....
.....

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษ
แผ่นนี้)

(ข้อ 2)



2.1 คำถามเกี่ยวกับการระบุปัญหา

จากการสังเกตภาพข้างบนนี้ นักเรียนสามารถตั้งคำถามหรือหัวข้อปัญหาอะไรได้บ้าง

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษแผ่นนี้)

2.2 คำถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน

เพราะเหตุใดสายไฟสองเส้นจึงมีลักษณะแตกต่างกัน

- 1)
.....
- 2)
.....
- 3)
.....
- 4)
.....
- 5)
.....

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษแผ่นนี้)

2.3 คำถามเกี่ยวกับการออกแบบทดลอง

นักเรียนจะออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์หรือยืนยันเหตุผลต่อคำตอบของ

นักเรียนในข้อ 2.2 ตามลำดับได้อย่างไรบ้าง

- 1)
.....
.....
- 2)
.....
.....
- 3)
.....
.....

4)

5)

(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษ
 แผ่นนี้)

2.4 คำถามเกี่ยวกับการสรุปหรือนำไปใช้ประโยชน์

นักเรียนจะสามารถนำหลักการที่ได้จากการออกแบบการทดลองของนักเรียนใน
 ข้อ 2.3 ตามลำดับ ไปสร้างสิ่งประดิษฐ์อะไรได้บ้าง หรือไปหาประโยชน์อะไร
 ได้บ้าง

1)

2)

3)

4)

5)

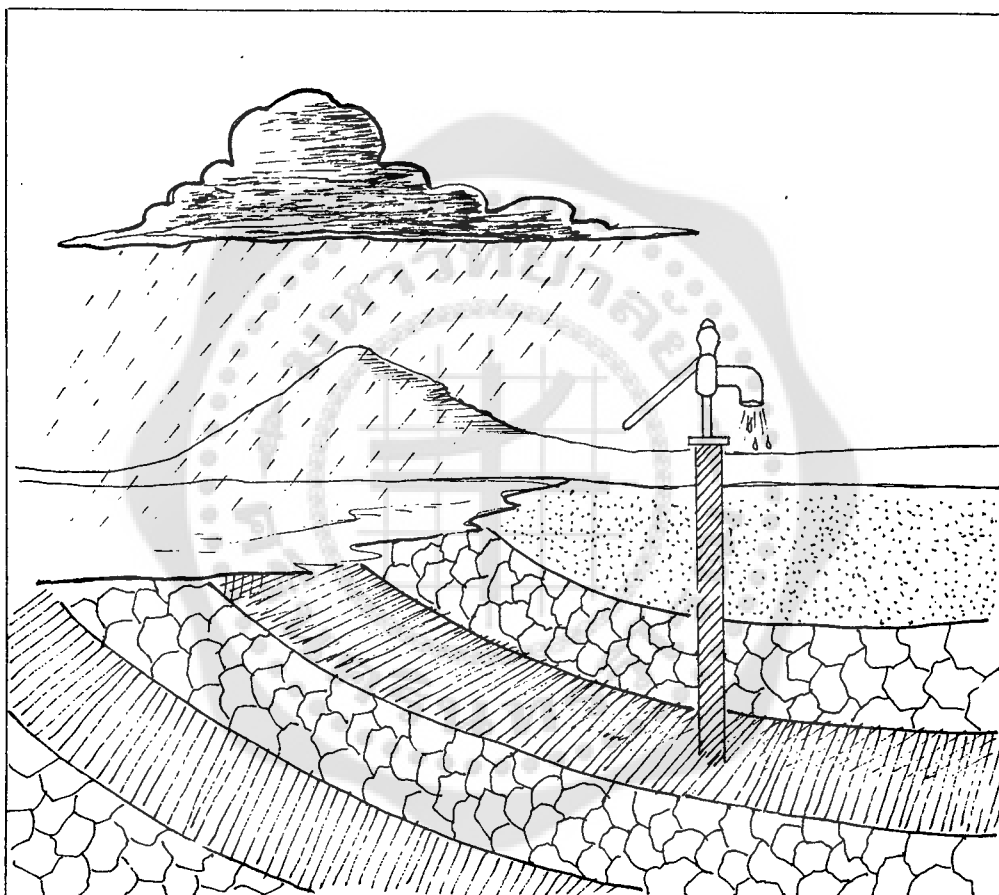
(ถ้านักเรียนยังสามารถเขียนตอบได้อีก ก็ให้นักเรียนเขียนตอบด้านหลังกระดาษ
 แผ่นนี้)

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบฝึกหัดคลิกภาพเขียนนักวิทยาศาสตร์



แบบฝึกประกอบ
เรื่อง
น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

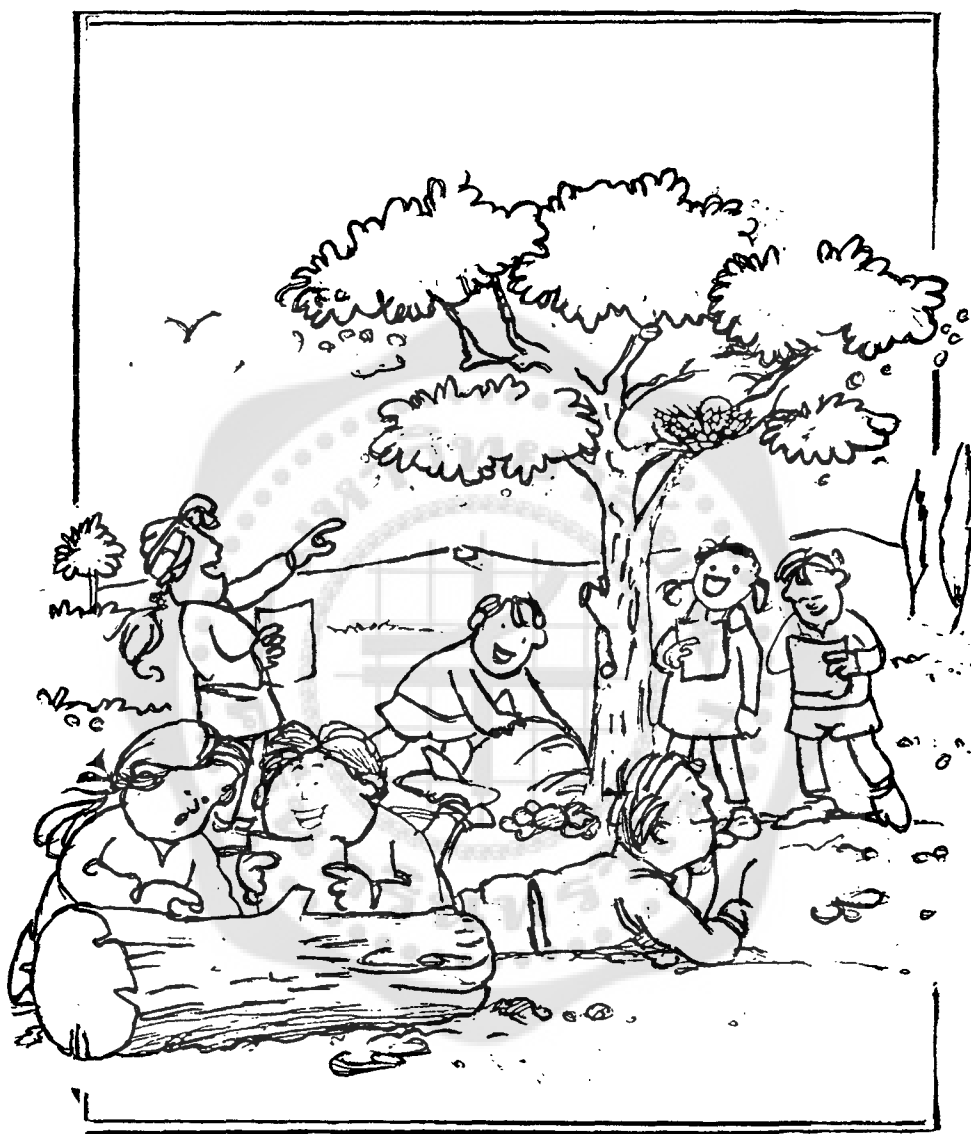


ว 101 วิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชื่อกลุ่ม.....

ชั้น.....เลขที่.....



คำชี้แจง

แบบฝึกประกอบ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101)

เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ตอนที่ 1 ขั้นสำรวจปัญหา

ขั้นสำรวจปัญหาของแบบฝึกตอนที่ 1 นี้จะช่วยนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับการระบุปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นการเสริมสร้างการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ใจกว้าง ที่เป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

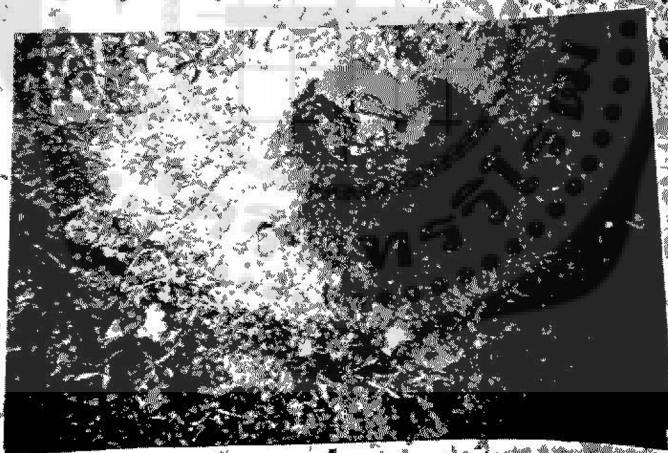
1. แบบฝึกในตอนที่ 1 ขั้นสำรวจปัญหาให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคล
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามขั้นตอนโดย
 - ศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่าน และคิดตาม พร้อมทั้งดูรูปภาพประกอบ

ประกอบ

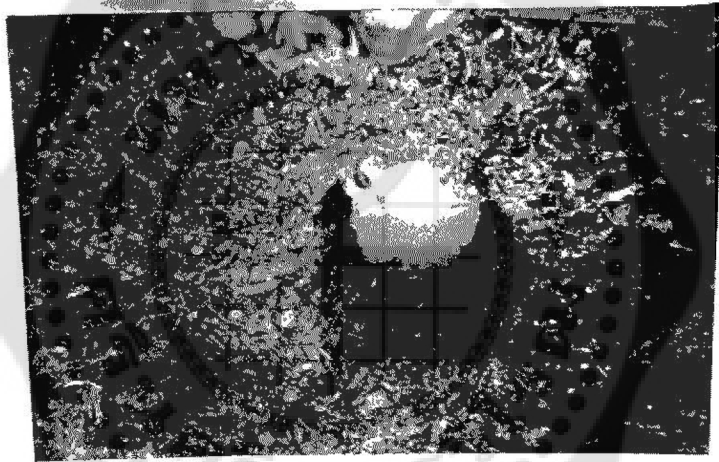
- เลือกศึกษาข่าวจากหนังสือพิมพ์หรือวารสารที่นักเรียนสนใจ 1 เรื่อง และศึกษาประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- เขียนตอบในช่องสำหรับตอบ โดยใช้ความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด
- เขียนเครื่องหมาย / ลงใน

สถานการณ์

ในวันหยุด ดันขุดดินเพื่อปลูกต้นไม้
 ดันสังเกตเห็นว่า เมื่อขุดดินลึก
 พบว่ามีไส้ซึ่มมาจากดิน
 ดันจึงหยุดขุดดิน เพื่อสังเกตปริมาณน้ำ
 ในหลุม ซึ่งปรากฏว่า ปริมาณน้ำมากขึ้น



ต้น จึงนำน้ำมาเทบริ เวลรอบหลุมที่ขุด
 ในปริมาณมาก ๆ และต้นก็สังเกตเห็นว่า
 เมื่อถึงวันนั้น ๆ ปริมาณน้ำในหลุมมีปริมาณมากขึ้น



1. จากสถานการณ์ นักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่น่าสงสัยหรือเป็นปัญหาอะไรบ้าง (เขียนข้อความอยู่ในรูปประโยคคำถาม)

1.1

.....

1.2

.....

1.3

.....

1.4

.....

1.5

.....



ฝึกคิด พัฒนาตัวเรา

2. จากสถานการณ์ที่นักเรียนศึกษาแล้วในข้อ 1 ให้นักเรียนเลือกศึกษาเรื่องต่อไปนี้ โดยเลือกเรื่อง 1 เรื่อง ที่นักเรียนสนใจมากที่สุด พร้อมทั้งเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อเรื่องที่นักเรียนเลือก พร้อมทั้งบอกถึงเหตุผลที่เลือก

☐ น้ำใช้ในชุมชน

☐ น้ำใต้ดิน

☐ น้ำจืดและการใช้



ปัญหา

สาเหตุที่เลือก

.....

.....

.....

.....

น้ำใช้ในชุมชน

คนเราต้องการน้ำสำหรับดื่ม และปรุงอาหารวันละราว 2.5 - 3.0 ลิตร ชาวชนบทของไทยใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 50 ลิตร แต่คนที่อยู่ในเมือง เช่น ในบ้านแบบสมัยใหม่ของกรุงเทพมหานคร ใช้น้ำมากกว่าชาวชนบทถึงราว 4 เท่า ตกวันละราว 200 ลิตร/คน สูงติดอันดับโลกทีเดียว ชาวเมืองใช้น้ำมากกว่าชาวชนบทในเกือบทุกเรื่อง เช่น เข้าห้องน้ำกดชักโครกครั้งหนึ่งเสียน้ำราว 13 - 15 ลิตร ใช้เครื่องซักผ้าแต่ละครั้งระหว่าง 100 - 200 ลิตร นอกจากนั้นยังใช้ในการรดน้ำต้นไม้ ล้างรถ และบริเวณบ้านอีก การที่เมืองขยายตัวขึ้นรวดเร็วเรื่อย ๆ ชนบทหลายแห่งที่พัฒนาขึ้นเป็นเมืองนั้น หมายถึง ความต้องการน้ำสะอาดสำหรับชุมชนจึงเพิ่มมากขึ้น ในอีก 9 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2543) คาดว่า ประชากรโลกถึง 6,300 ล้านคน ถ้าแต่ละคนใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 400 ลิตร ปีหนึ่งใช้น้ำถึง 920 ลบ.ม. นับว่าเป็นภาระหนักมากทีเดียว ทั้งในด้านการจัดหา น้ำสะอาด และการขจัดน้ำเสีย

จากหนังสือ ชุดโลกสีเขียว เรื่อง น้ำ

พ.ศ. 2536

น้ำใต้ดิน

สภาพการใช้^๑น้ำใต้ดินในปัจจุบัน จากข้อมูลที่รวบรวมจากหลาย ๆ แหล่งพบว่า ปัจจุบันนี้มีบ่อน้ำบาดาลสำคัญ ๆ ทั่วประเทศประมาณ 3 หมื่นบ่อ ปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้ทั้งหมดประมาณ 880 - 900 ล้าน ลบ.ม. เกือบ 500 ล้านลบ.ม. ใช้สำหรับการอุปโภค และบริโภค และการอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง เฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีบ่อน้ำบาดาลใหญ่่น้อยที่ใช้การได้อยู่ถึง 24,570 บ่อ สูบน้ำขึ้นมาใช้ประมาณ 310,000 ลบ.ม.

พื้นที่ที่มีการขุดน้ำบาดาลหรือที่มีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล เพื่อสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้มากคือ กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง เนื่องจากเป็นเขตศูนย์กลางของการพาณิชย์กรรม และ อุตสาหกรรม และเป็นแหล่งชุมชนที่หนาแน่นที่สุด

จากหนังสือ ชุตโลกสีเขียว เรื่อง น้ำ
พ.ศ. 2536

น้ำจืด และการใช้

ส่วนต่าง ๆ ของโลกได้รับน้ำฝนไม่เท่ากัน จากสถิติที่บันทึกไว้ สามารถสรุปปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ได้แตกต่างกัน เช่น ในทวีปยุโรป พื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝน 500 - 1000 มิลลิเมตรต่อปี แต่ทวีปแอฟริกาตอนเหนือมีปริมาณน้ำฝนเพียง 0 - 250 มิลลิเมตรต่อปี นอกจากนี้ผู้คนในโลกใช้น้ำในปริมาณที่ต่างกัน คนในประเทศพัฒนาแล้วใช้น้ำมากกว่าคนในประเทศที่กำลังพัฒนา และคนในชนบทจะใช้น้ำน้อยกว่าคนในเมือง นั่นคือ ยิ่งมีความเจริญทางเศรษฐกิจมาก และมาตรฐานการครองชีพสูง การใช้น้ำก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากหนังสือ ชดโลกสีเขียว เรื่อง น้ำ
พ.ศ. 2536

ความคิดเห็นที่มีต่อเรื่องที่เลือกอ่าน



.....

.....

.....

.....

.....

3. จากปัญหาในข้อที่ 1 ที่นักเรียนเขียนไว้ ให้นักเรียนเลือกปัญหา 1 ปัญหา เพื่อนำเสนอกลุ่มของนักเรียนในชั้นวางแผน

.....

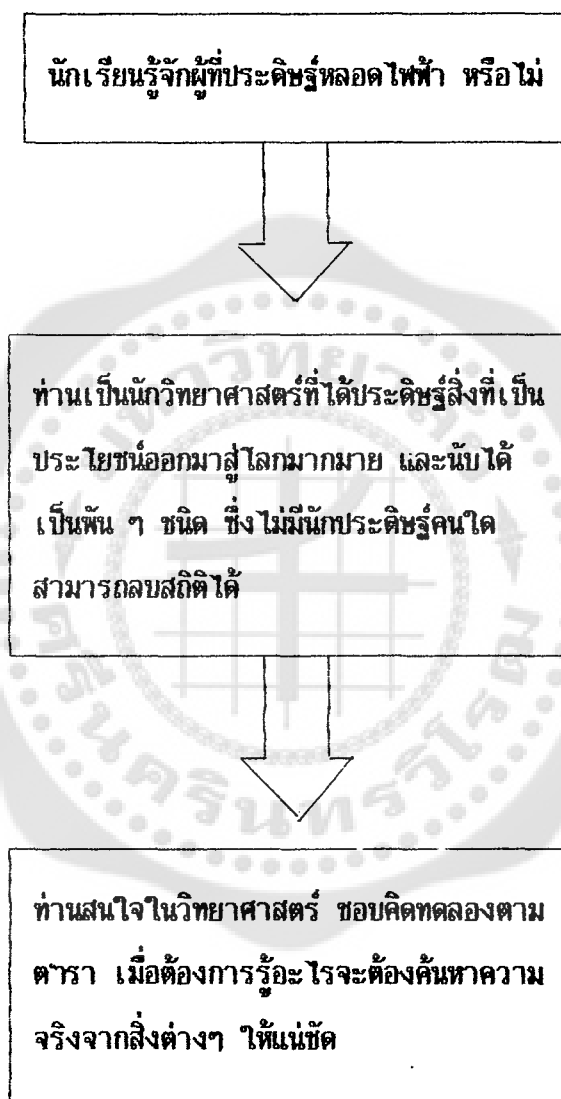
.....

.....

.....

.....

4. ก่อนที่นักเรียนจะอภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อวางแผนศึกษาปัญหาของกลุ่ม ให้นักเรียนศึกษาประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการอ่าน และเขียน ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้



เมื่อท่านอายุ 10 ปี ท่านพยายามกักขังท่าน
เหมือนกับแม่ท่านทำ เพื่อต้องการดูว่าท่านจะ
ออกมาเป็นตัวได้หรือไม่ อายุ 12 ปี เริ่ม
สะสมเครื่องมือใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์

เมื่อท่านอายุ 24 ปี ก็แต่งงาน ท่านยังคงคิดถึง
เรื่องงาน บางครั้งลืมกลับบ้าน

ท่านใช้ความพยายามทดลองถึง 3,000 ครั้ง
เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นไส้หลอด
ไฟฟ้า ประมาณ 6,000 ชนิด จนได้วัสดุที่ทำ
ไส้หลอดไฟฟ้า ซึ่งให้แสงสว่างได้นานถึง
40 ชั่วโมง

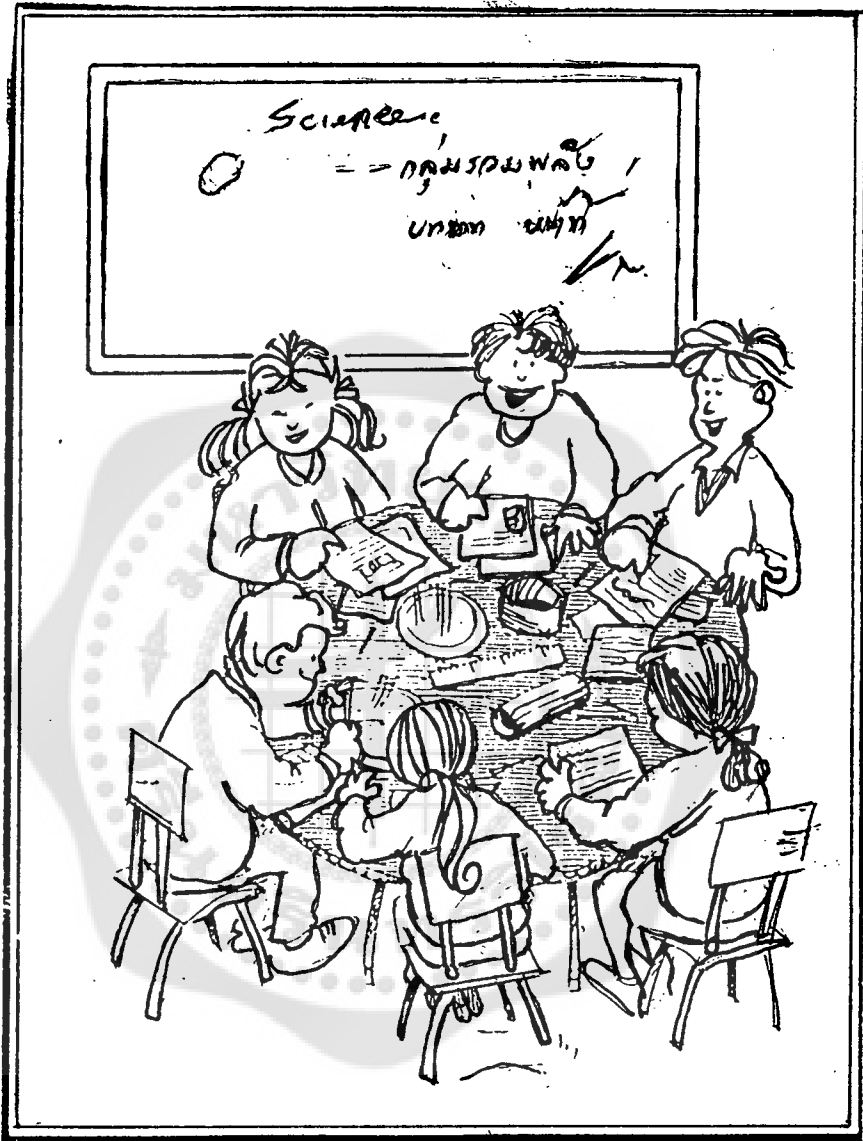
ท่าน คือ



โทมัส อัลวา เอดิสัน

ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการอ่าน
ประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์





คำชี้แจง

แบบฝึกประกอบ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101)

เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ตอนที่ 2 ขั้ววางแผน

ขั้ววางแผนของแบบฝึกตอนที่ 2 จะช่วยนักเรียนในเรื่องการตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ และเป็นการเสริมสร้างการเป็นบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง ใจกว้าง และความมั่นคงทางอารมณ์ ถ้านักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

1. แบบฝึกในตอนที่ 2 ขั้ววางแผนนี้ให้นักเรียนศึกษาเป็นกลุ่ม
2. ฝึกคิดและแสดงความเห็นต่อกลุ่ม ปฏิบัติตามขั้นตอนโดย
 - เสนอปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ในตอนที่ 1 และพยายามร่วมอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อเลือกปัญหาศึกษา
 - เสนอสาเหตุของปัญหากลุ่ม เพื่อตั้งสมมติฐาน
 - ร่วมอภิปรายต่อกลุ่ม เพื่อออกแบบการทดลอง
 - เขียนเครื่องหมาย / ลงใน
3. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จในขั้นตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ร่วมอภิปรายกับครูเพื่อทำการทดลองต่อไป

1. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกไว้ในข้อ 1 ของขั้นสำรวจ ให้นักเรียนเสนอต่อกลุ่ม และร่วมอภิปรายในกลุ่มเพื่อเลือกปัญหา

ปัญหาของสมาชิกคนที่ 1

.....

ปัญหาของสมาชิกคนที่ 2

.....

ปัญหาของสมาชิกคนที่ 3

.....

ปัญหาของสมาชิกคนที่ 4

.....

ปัญหาของสมาชิกคนที่ 5

.....

ปัญหาที่เลือก



2. จากปัญหาที่กลุ่มเลือกเพื่อศึกษา ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มของนักเรียน ถึงสาเหตุของปัญหา โดยเขียนเป็นข้อ ๆ และร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสาเหตุของปัญหา

สาเหตุของปัญหา

- 2.1
.....
- 2.2
.....
- 2.3
.....
- 2.4
.....
- 2.5
.....

สาเหตุของปัญหาที่กลุ่มเลือก

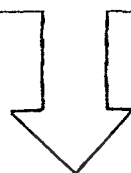


.....
.....
.....
.....

3. จากปัญหาที่กลุ่มเลือกในข้อ 2 และสาเหตุของปัญหาในข้อ 2 ให้นักเรียนนำข้อความดังกล่าวมาเขียนอยู่ในรูปของประโยค ถ้าแล้ว ซึ่งเป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อเป็นสมมติฐานในการทดลอง



สมมติฐานของกลุ่มในการทดลอง



.....

.....

.....

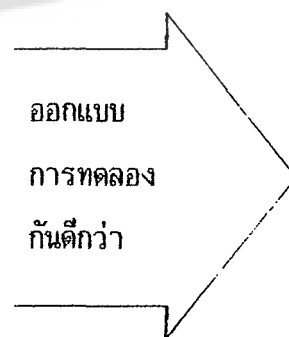
4. เพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐาน ให้นักเรียนร่วมมือกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มในการตัดสินใจเลือก อุปกรณ์ สารที่ใช้และเขียนวิธีการทดลอง ตลอดจนเลือกแบบบันทึกผลการทดลอง



ออกแบบ

การทดลอง

กันดีกว่า



- ☐ ก้อนกรวด หรือ ก้อนหินขนาดเล็ก

- ☐ กล่องพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 ซม. สูง 15 ซม.

- ☐ ท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ยาว 20 ซม.

- ☐ ถ้วยพลาสติกขนาด 250 ซม.

- ☐ อื่น ๆ ระบุ
-
-

ในการทดลองเพื่อหาคำตอบของสมมติฐาน

ตัวแปรต้น คือ

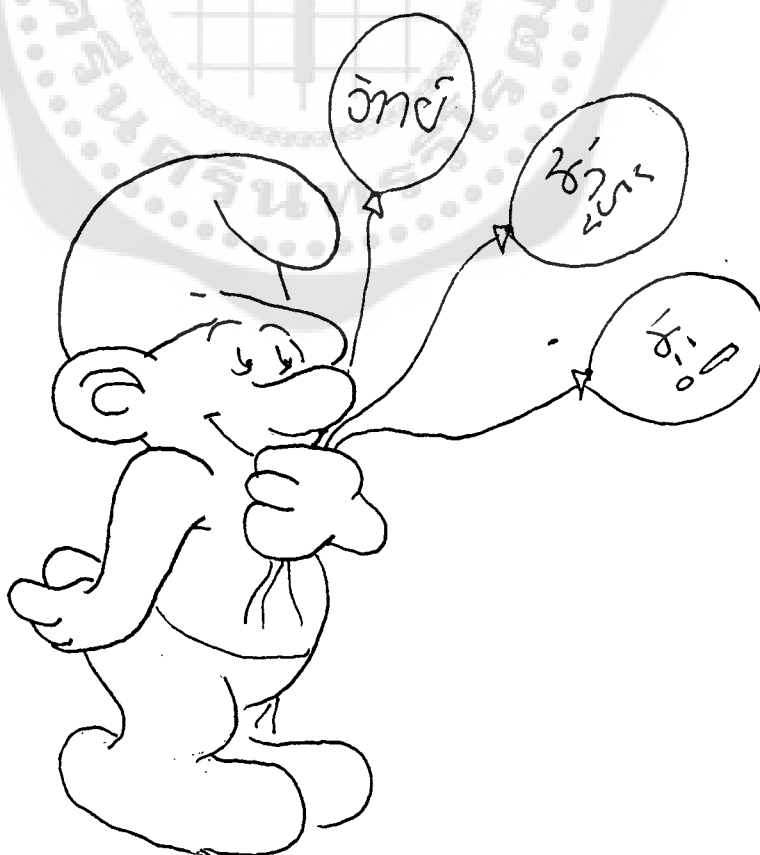
.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ

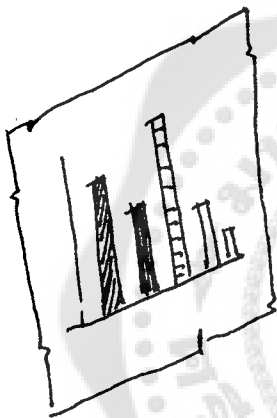
.....



แบบฝึกหัดผลการทดลอง

ตารางบันทึกผล

บรรยายเป็นข้อความ



แผนภูมิ

กราฟ



อื่น ๆ ระบุ

5. เพื่อให้การทดลองดำเนินการไปสู่เป้าหมายให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายใน
กลุ่ม เพื่อแบ่งหน้าที่ในการทดลอง

สมาชิกคนที่ 1

หน้าที่

สมาชิกคนที่ 2

หน้าที่

สมาชิกคนที่ 3

หน้าที่

สมาชิกคนที่ 4

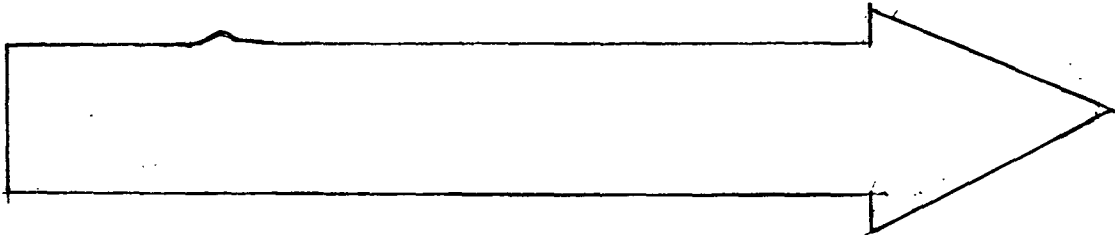
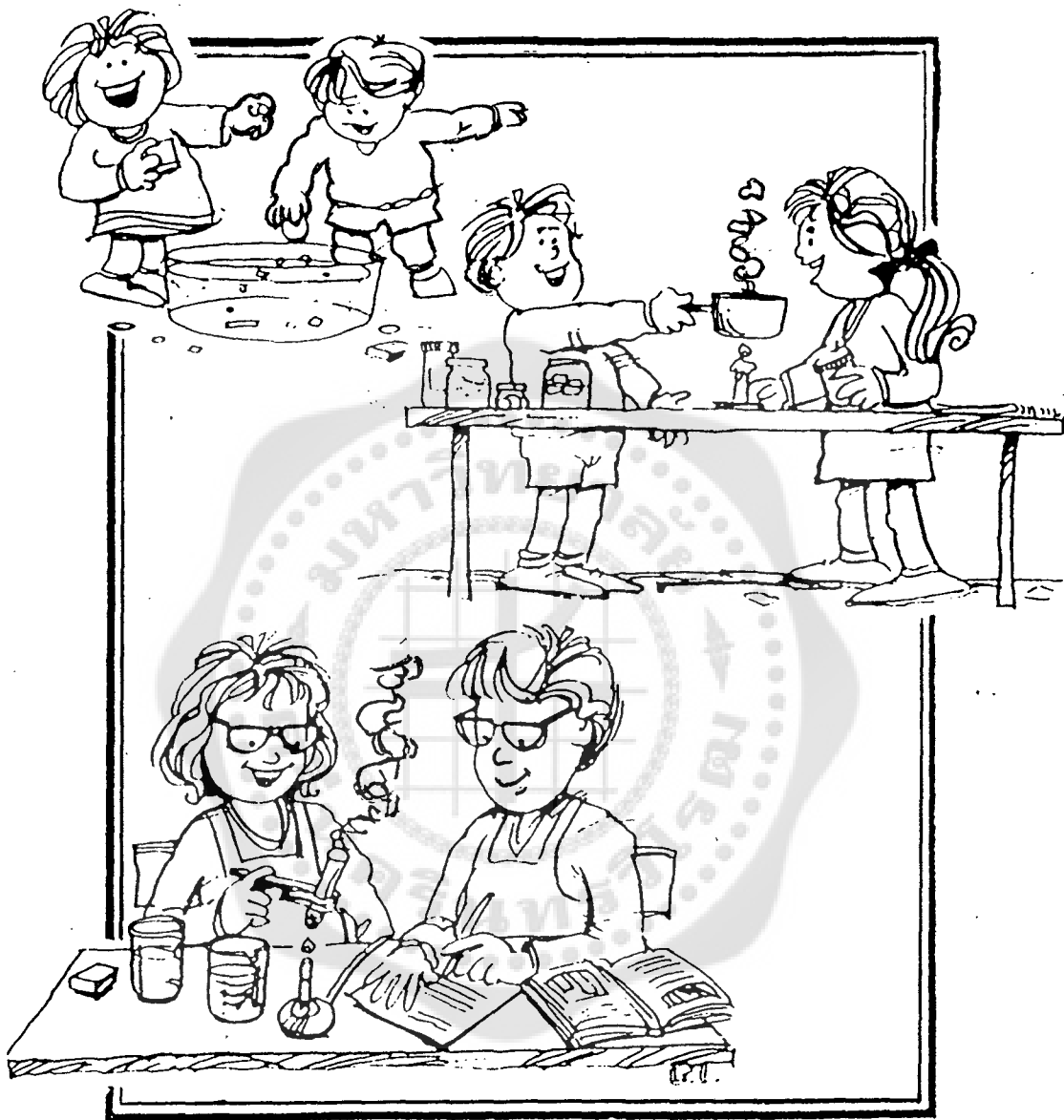
หน้าที่

สมาชิกคนที่ 5

หน้าที่



ช่วยกันเพื่อ
กลุ่มของเรา



คำชี้แจง

แบบฝึกประกอบ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101)

เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต

ตอนที่ 3 ขั้นทดลองและประเมินตน

ขั้นทดลองและประเมินตนของแบบฝึกตอนที่ 3 จะช่วยนักเรียนแสวงหาคำตอบของปัญหา และเป็นการเสริมสร้างการเป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง ความขยันหมั่นเพียร ถ้านักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ให้ความร่วมมือต่อกลุ่มในการทำการทดลอง โดยปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม
2. แสดงความคิดเห็นต่อสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการทำงานหรือการปฏิบัติหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยตอบให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด การตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียน แต่เป็นการพัฒนาการทำงานของกลุ่มนักเรียน
3. สืบหาตนเองโดยการประเมินการทำงานหรือปฏิบัติหน้าที่ของนักเรียนเอง ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียน
4. ทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองทุกครั้งเมื่อจบกิจกรรม
5. ส่งตัวแทนของกลุ่มเสนอผลการทดลอง และร่วมอภิปรายกับครู เพื่อเป็นการสรุปความรู้ที่ได้ในการทำกิจกรรม

ผลการทดลอง

.....

.....

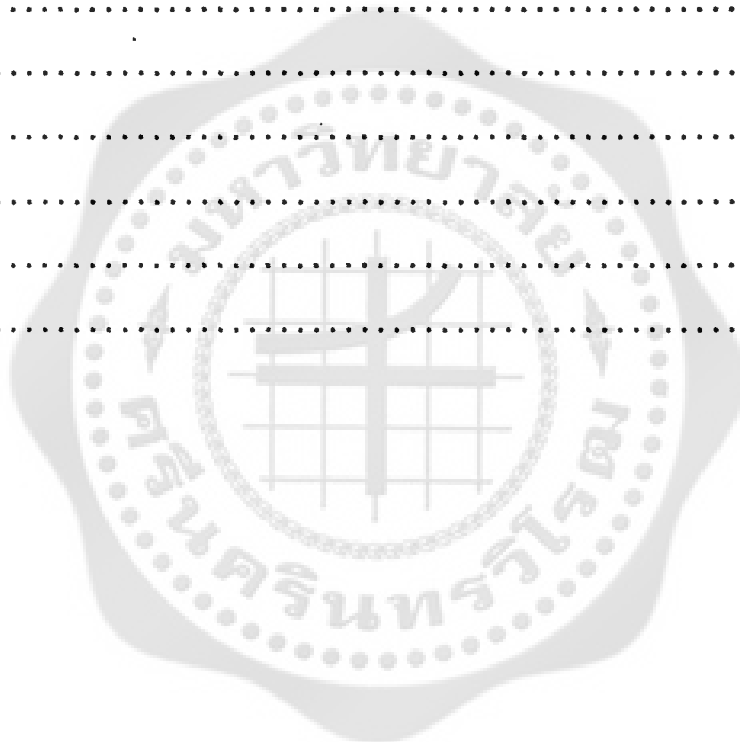
.....

.....

.....

.....

.....







กลุ่มของเรามีการเลือกผู้นำอภิปรายกลุ่มในการวางแผน

☐ มี  ☐ ไม่มี 

กลุ่มของเรามีการวางระเบียบข้อตกลงร่วมกันที่จะทำให้กลุ่มไปสู่เป้าหมายหรือความสำเร็จของกลุ่ม

☐ มี  ☐ ไม่มี 

สมาชิกของกลุ่มยอมปฏิบัติตามความคิดเห็นของกลุ่ม

☐ มี  ☐ ไม่มี 

สมาชิกของกลุ่มใช้เหตุผลเป็นพื้นฐานสำหรับการยอมรับกัน

☐ มี  ☐ ไม่มี 

กลุ่มแก้ปัญหาโดยลงมติด้วยคะแนนเสียงข้างมาก

☐ มี  ☐ ไม่มี 

สมาชิกในกลุ่มได้เถียงกันเพื่อยืนยันความเห็นของแต่ละคน

☐ มี  ☐ ไม่มี 

สมาชิกภายในกลุ่มของเรามีความเห็นต้องกันเกี่ยวกับการร่วมทำกิจกรรมครั้งนี้
เกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม อยู่ในระดับ

☐

ดีมาก

☐

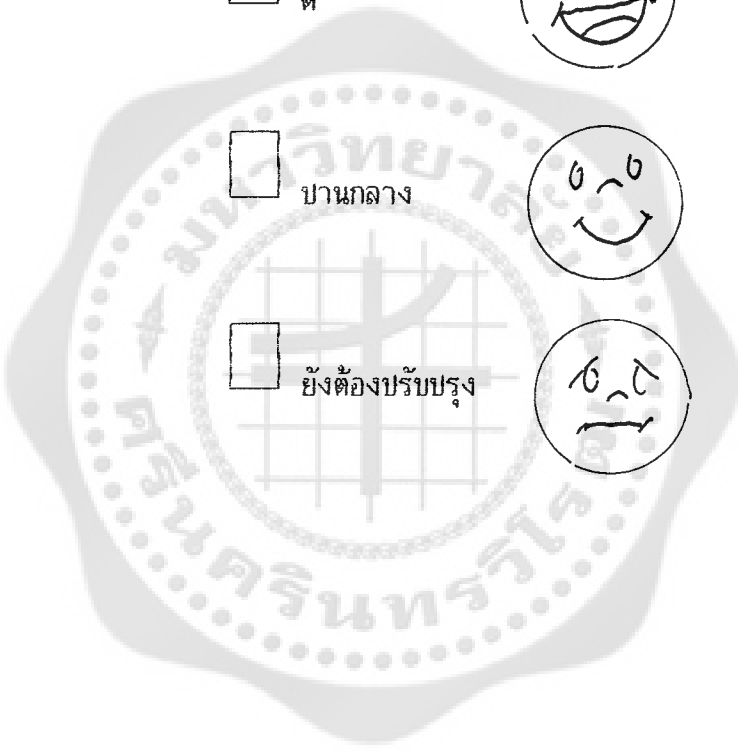
ดี

☐

ปานกลาง

☐

ยังต้องปรับปรุง



มาสำรวจตัวของตัวเองกันนะ



ฉันทำตามข้อตกลงและกติกาของกลุ่มในการทำงาน

ใช่

ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันไม่ละเลยหรือเพิกเฉยต่อสิ่งที่จะทำความเสียหายต่อกลุ่ม

ใช่

ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันยอมรับความผิดพลาดที่เกิดจากการกระทำของฉันเอง

ใช่

ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

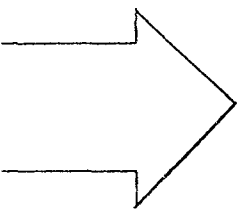
☐ ดีมาก

☐ ดี

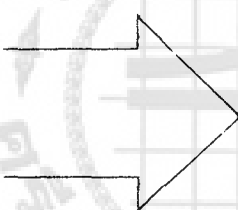
☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

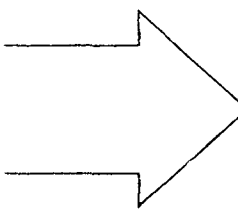
ฉันให้อภัยในข้อผิดพลาดของเพื่อนที่เกิดขึ้นเมื่อร่วมงานกัน

ใช่		อยู่ในระดับ	☐ ดีมาก
ไม่ใช่		☐ ดี	
			☐ ปานกลาง
			☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันไม่หงุดหงิดเมื่อตนเองหรือเพื่อนร่วมงานทำงานไม่ได้ตรงความตั้งใจ

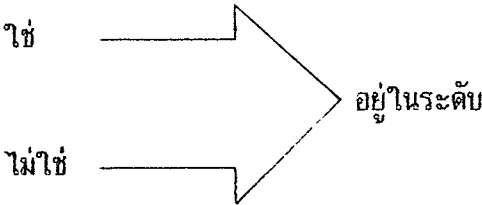
ใช่		อยู่ในระดับ	☐ ดีมาก
ไม่ใช่		☐ ดี	
			☐ ปานกลาง
			☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นและกล้าตัดสินใจเมื่อทำงานร่วมกับเพื่อน

ใช่		อยู่ในระดับ	☐ ดีมาก
ไม่ใช่		☐ ดี	
			☐ ปานกลาง
			☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันยอมรับฟังคำวิจารณ์ ข้อโต้แย้ง ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลจากเพื่อนร่วมงาน

☐ ดีมาก



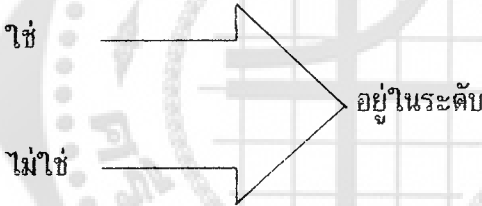
☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันมักอาสารับทำงานกลุ่มเสมอ

☐ ดีมาก



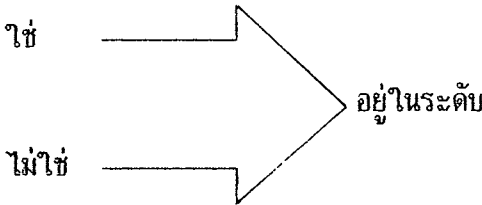
☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

ฉันไม่ละทิ้งหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม

☐ ดีมาก



☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

แบบฝึกหัด
เรื่อง น้ำใต้ดิน

1. ถ้านักเรียนจะขุดบ่อน้ำ จะต้องขุดลงไปเท่าไรจึงจะได้น้ำมาใช้

.....
.....

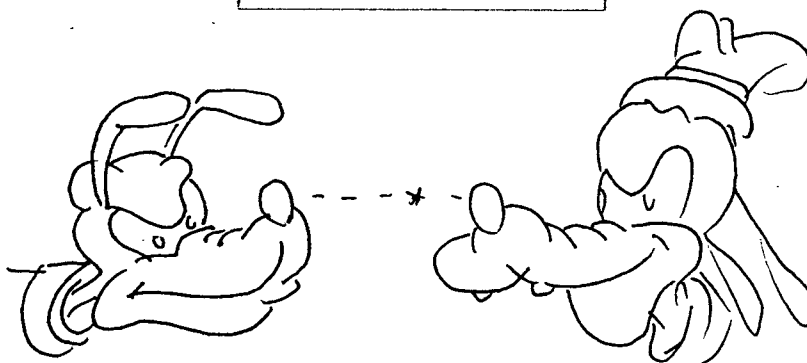
2. การสูญเสียน้ำในดิน นอกจากมีสาเหตุมาจากการขุดใช้น้ำ แล้วยังมีสาเหตุมาจากอะไร
อีกบ้าง

.....
.....

3. ถ้าน้ำใต้ดินมีมากขึ้นหรือลดลง ระดับน้ำในบ่อจะเป็นอย่างไร

.....
.....

ร่วมกันมีส่วนในการรักษาน้ำ



การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้
แบบฝึกบุคลิกภาพเชิงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู



๕๐๗.๑๒

๕ ๖๑๗๗.

ภาควิชาหลักสูตร และการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 54 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลอง 21 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกบุคลิกภาพเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CREATIVE
THINKING OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS THROUGH
SCIENTIST PERSONALITY EXERCISE SKILLS AND
THE METHODS IN THE TEACHER'S MANUAL



By

Chutima Watanakeeree

Department of Curriculum and Instruction
Srinakharinwirot University

The purpose of this study was to compare the achievement and scientific creative thinking of Mathayom suksa I students through scientist personality exercise skills and the methods in the teacher's manual.

The sample in this study consisted of 54 Mattayom Suksa I students of Koksomrongwittaya, Amphur Koksomrong, Lopburi, during the first semester of the 1995 acadamic year. This sample was divided into experimental group and control group. The exercise group was taught through the scientist personality exercise skills. The control group was taught through the method in the teachers' manual of IPST. It took each group 21 periods which last 50 minutes each. The randomized control group pretest - posttest design was used in the experiment. The t-test Independent in difference score form was statistically used to analysis the data.

The results of this study indicated that :

1. The achievement test in science of the experimental and control groups was significantly different at .01 level
2. The creative thinking in science of the experimental and control groups was significantly different at .01 level