

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรม
 แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

วัชร เลี่ยนบรรจง

18 ก.พ. 2540

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2539

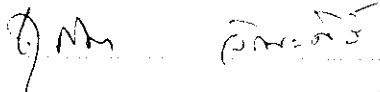
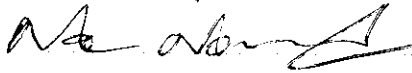
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

58#62

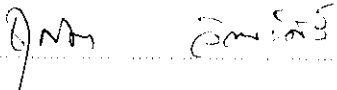
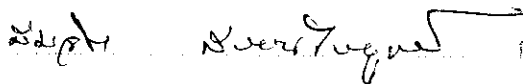
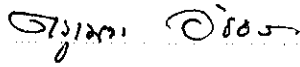
h. 18. 10

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาจริยธรรมฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุติมา วิমনะศิริ)
 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์)

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุติมา วิমনะศิริ)
 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์)
 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สอนไพบลย์)
 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนอร์ อักษรสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับจริยธรรมฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

 คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ตุติมา วิমনะศิริ)

วันที่ 11 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่าน
ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ ประธานกรรมการและ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์ กรรมการที่กรุณาแนะนำช่วยเหลือมาด้วยดีโดยตลอด
ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.เนตร อัสชสวัสดิ์ กรรมการและเป็นอาจารย์ผู้ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุนทร วัฒนพันธุ์ อาจารย์อดุลย์ วงษ์ใหญ่ อาจารย์
มะลิวรรณ วีระจิตต์ อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์อรรถศักดิ์ลักษณ์ อยู่สุข อาจารย์
ชาญทอง ชุมวรรณ อาจารย์จริยา แท้มสี อาจารย์สุวัฒน์ แสงมดุง อาจารย์พูลสุข
ณัฐการณิก อาจารย์สิริพงศ์ แดงสอาด ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างและตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์กมล สุวดี ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ
อาจารย์อรุณ เขียวหวาน หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ ตลอดจนคณะครู - อาจารย์
โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ ที่ให้ความร่วมมือ
และอำนวยความสะดวกในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อเอิบ เลียนบรรจง และคุณแม่เอิบ เลียนบรรจง
ที่คอยดูแลและให้กำลังใจด้วยดีมาตลอดระยะเวลาในการศึกษาและทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ วิชาเอกมัธยมศึกษาทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมและให้กำลังใจ
ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์สุภาววรรณ ด้านสกุล
ที่ให้การช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่าหรือประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบนุชาพระคุณบิดา
มารดา ครู - อาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาอบรมสั่งสอนและชี้แนวทางในการศึกษา
แก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

วัชร เลียนบรรจง

สารบัญ

บทที่

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	11
	✓เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	20
	✓เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	32
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	37
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	48
	✓งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	72
	✓งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	74
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	76
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	78
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	81
3	วิธีดำเนินการวิจัย	82
	ประชากร	82
	กลุ่มตัวอย่าง	82
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	82
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	82

บทที่	หน้า
แบบแผนการทดลอง	83
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	83
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	84
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	94
การวิเคราะห์ข้อมูล	95
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ	96
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	99
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	101
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	101
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	104
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	104
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	104
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	104
การวิเคราะห์ข้อมูล	106
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	106
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	107
ข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	112

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	125
ภาคผนวก ก	
การวิเคราะห์ข้อมูล	126
ภาคผนวก ข	134
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์	135
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	154
ภาคผนวก ค	161
แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	162
แผนการสอนนิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู	177
ภาคผนวก ง	
ตัวอย่างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	190
ประวัติย่อของผู้วิจัย	222

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง	83
2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	102
3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	103
4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม	127
5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง	129
6 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม	131
7 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง	133

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
2 การจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	17
3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	38
4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	47

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในฐานะเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศ ให้เจริญก้าวหน้าไปในทิศทางที่เหมาะสม สอดคล้องกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 9) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตของคนในสังคมในด้านการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของประเทศต่างๆ สังเกตได้จากประเทศที่มีการพัฒนาแล้ว ต่างก็พยายาม สร้างความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้น ส่วนประเทศไทยจำเป็นต้อง พัฒนาคนในชาติให้มีคุณภาพด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา การคิด อย่างมีเหตุผลและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (วรรณดี วรรณศิลป์. 2522 : 1) ความสามารถ ดังกล่าวมานี้ ควรได้รับการปลูกฝังตั้งแต่เยาว์วัย โดยผ่านสถาบันครอบครัวและสถาบัน การศึกษา ซึ่งเป็นสถาบันที่มีความสำคัญยิ่ง ดังแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พุทธศักราช 2534 - 2539 และนโยบาย ข้อที่ 4 ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการเร่งรัดพัฒนาการเรียนการสอน การศึกษาค้นคว้ารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ มีทักษะ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการปฏิบัติด้วยความ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง พัฒนาอาชีพและพัฒนาสังคม นโยบายข้อนี้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) คือ ต้องการให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้าง และปรับปรุงแนวทางปฏิบัติที่ทำให้เกิดความเจริญแก่ตนเองและชุมชน

การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นั้น จึงเป็นหน้าที่สำคัญสำหรับครูผู้สอนที่จะพัฒนาวิธีการสอน เนื่องจากปัจจุบันการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ยึดการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (กรมวิชาการ. 2531 : 16) จากการศึกษาพบว่า แนวการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ได้นำเสนอไว้มีการกำหนด ปัญหา วิธีการทดลองอย่างมีขั้นตอนและมีรูปแบบการบันทึกผลที่แน่นอน นักเรียนปฏิบัติตาม และหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้โดยไม่มีโอกาสพัฒนาด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเรียน โดยเน้นเนื้อหาวิชาความรู้ การสอนของครูค่อนข้างไปในแนวทางที่บีบบังคับให้คล้อยตาม ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ไม่สามารถฝึกการคิด การแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2533 ของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่า สถาบันการศึกษาไม่สามารถผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิด การศึกษาค้นคว้า คิดและแก้ปัญหา ตามหลักของทักษะกระบวนการ ซึ่งเป็นหัวใจของหลักสูตร ฉบับปรับปรุง ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบันครูต้องคำนึงถึง ความสามารถ ของแต่ละบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อพัฒนา กระบวนการคิดวิเคราะห์ การจัดการ และการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย (กรมวิชาการ. 2538 : 1 - 7) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิด การแก้ปัญหา สามารถทำให้เกิด ความคิดสร้างสรรค์ได้

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้น มีลักษณะ ชอบการเปลี่ยนแปลง ทดลองสิ่งแปลกใหม่ กล้าคิด กล้าตัดสินใจด้วยตนเอง ไม่คล้อยตาม ผู้อื่น (กรมวิชาการ. 2532 : 16) ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่ มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล โดยใช้ความรู้และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ จากงานวิจัยของ สุมาลี กาญจนชาติวี (2525 : 5) ที่ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีอายุต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี แต่หลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ ทศนีย์ บุญเดิม (2526 : 2) ที่ได้กล่าวไว้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำลง เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถ ส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จัดสภาพแวดล้อม และบรรยากาศในการเรียนการสอน ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น มีอิสระในการหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูควรจัดสถานการณ์ยั่วยุที่ประกอบด้วยปัญหา (สมจิต สวธน์ไพบุลย์. 2527 : 30 - 34) ให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

สภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า ไม่สอดคล้องกับวิวัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเรียนการสอนตามคู่มือครุนั้น ต้องการให้นักเรียนได้รับเพียงข้อสรุปที่ถูกต้อง ครูผู้สอนเน้นเนื้อหาวิชามากเกินไป ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เป็นที่น่าพอใจ จากงานวิจัยของ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2531 : 186) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานครยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2533 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับต่ำ ทุกเขตการศึกษาได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2533 : 33) แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่บรรลุจุดมุ่งหมายเท่าที่ควร

จากสภาพปัญหาดังกล่าวมาแล้วนั้น เห็นได้ว่า นักเรียนขาดประสบการณ์ในการคิด และการปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเฉพาะการคิดและการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างมีเหตุผล การตัดสินใจ เป็นต้น การแก้ปัญหาก็เป็นวิธีการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบวิธีหนึ่ง ครูผู้สอนควรปลูกฝังให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนตามกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นวิธีที่ครูควรนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (มังกร ทองสุตติ. 2523 : 5) เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด ค้นคว้าหาความรู้ โดยที่ครูใช้สถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความสนใจ สามารถกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งได้คำตอบหรือสามารถแก้ปัญหาได้

ปัจจุบันสถานศึกษาส่วนใหญ่นั้น มีจำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมาก ครูไม่สามารถที่จะฝึกนักเรียนได้ทั่วถึง แนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาก็คือ การนำชุดฝึกมาใช้ เพราะชุดฝึกเป็นนวัตกรรมรูปแบบหนึ่งที่จัดไว้สำหรับนักเรียนโดยเฉพาะ เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งนักเรียนสามารถดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยเริ่มจากคำชี้แจงภายในชุดฝึกกิจกรรม

ตามลำดับจนกระทั่งจบกิจกรรม เพื่อเพิ่มพูนความคล่องให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ และจากการศึกษารูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพระดับมัธยมศึกษาของกรมวิชาการ (2535 : 86) พบว่า ชุดประกอบการสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติสูงกว่าการสอนตามปกติ

จากสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักของการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด ค้นคว้าหาความรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคาดว่าจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และเป็นแนวทางแก่ครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 101 ในการที่จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดฝึกกิจกรรม ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา สำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในการที่จะนำไปใช้จัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดทำชุดฝึกกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 348 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวนห้องเรียน 2 ห้องเรียน จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มจำนวนนักเรียนแต่ละห้อง ๆ ละ 35 คน อีกครั้งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 101 บทที่ 2 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ
5. ตัวแปรที่ศึกษา แบ่งออกดังนี้
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 วิธีคือ
 - 5.1.1 การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1.2 การสอนตามคู่มือครู
 - 5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิด ระบุ และปฏิบัติอย่างมีระบบ เพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิด และบอกปัญหา ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริง จากสถานการณ์ที่กำหนด

1.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิด คาดคะเน และบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษา

1.3 ขั้นทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกำหนดวิธีการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1.3.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลองและรูปแบบการบันทึกผลการทดลอง จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.3.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ตามที่ได้ออกแบบไว้

1.3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลการทดลองที่ได้จากขั้นตอนการทดลอง

1.4 ขั้นสรุปผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการแปลความ อธิบาย ความหมายของข้อมูล เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาชนิดหนึ่งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงมาจากหลักการสร้างชุดฝึกของบัทส์ (Butts. 1974 : 85) ขั้นตอนการฝึกด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของเอ็ดวาร์ด และเบอร์โนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) และชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของดีวิตโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อหาคำตอบของปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ชื่อชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 จุดประสงค์ของกิจกรรมในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 สถานการณ์ที่กำหนดให้ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

- (1) การออกแบบการทดลอง
- (2) การปฏิบัติการทดลอง
- (3) การบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

3. การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสถานการณ์และให้นักเรียนศึกษา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งสถานการณ์นั้น อาจจะเป็นข้อความ รูปภาพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่าง ประกอบกันในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามลงในชุดฝึกกิจกรรม แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนเลือกปัญหาจากคำถาม โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก

- นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา เขียนเป็นสมมติฐาน

ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้

- นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนตอบคำถามในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2535 : 3 - 8) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาในหนังสือเรียน
- ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง
- ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติการทดลอง

4.2 ขั้นทดลอง

- นักเรียนปฏิบัติการกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนตามหนังสือเรียน พร้อมทั้งบันทึกผล

4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเป็นแนวทางในการสรุปเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองการทดลอง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

- นักเรียนศึกษาและตอบคำถามในหนังสือเรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการเรียน 4 ด้านดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31)

5.1 ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ได้อย่างเหมาะสม

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ทักษะกระบวนการที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนนี้ คือ ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 101 บทที่ 2 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ได้หลายทิศทาง ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ ๆ และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบกับบุคคลอื่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

6.1 ความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้ปริมาณมากในเรื่องเดียวกันภายในเวลาที่จำกัด โดยต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

6.2 ความยืดหยุ่นในการคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้ในหลายแนวทางภายในเวลาที่จำกัด โดยต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

6.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น โดยต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยปรับปรุงมาจาก แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร (2517 : 85 - 90) , สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 65 - 75) และชาติชัย วิโรจนะ (2529 : 280 - 284) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาหาคูณภาพของแบบทดสอบอีกครั้ง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (มุสดี ตามไท. 2531 : 8) นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ต่าง ๆ กัน (Sund and Trobridge. 1976 : 53 - 55) (Harms. 1981 : 54) (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 36) (สุเทพ อูสาหะ. 2526 : 72) (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 502) (ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. 2535 : 20) สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง

เพื่อค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนเป็นผู้จัดสภาพการณ์การเรียนรู้การสนทนาช่วยให้นักเรียนเกิดการคิด การค้นคว้าหาคำตอบ เป็นการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

หลักจิตวิทยาในการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเกี่ยวกับ พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเพียเจท์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า คนมีการคิดเป็น 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว และการจัดระบบโครงสร้าง การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบ ให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม คือมีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น ซึ่ง Piaget เรียกรูปแบบของความคิดที่มีอยู่ในสมอง นี้ว่า “Scheme” กระบวนการปรับตัวประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2529 ; อ้างอิงมาจาก Flavell. 1977 : 5 - 11)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการซึมซับประสบการณ์ใหม่ เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองจะรวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. การขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจาก กระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากการซึมซับเอาเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่ โครงสร้างเดิม ถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซับแล้วปรับตัวเข้าหาประสบการณ์เดิม คือทำให้ประสบการณ์เดิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาให้เข้ากับ ประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาแทน เพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ ใหม่ นั้น

หลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนการสอนนั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับ การค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกความรู้ให้นักเรียน

2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บังคับนักเรียนและครูต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า แทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนครูต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์มีโอกาใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (อรุณี เมฆนธร. 2535 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Australian Science Education Project. 1974 : 94)

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการรับรู้ในการเรียนดีกว่า การเลียนแบบผู้ถูกกระทำ

2. การเรียนรู้จะเกิดผลเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จมากกว่าล้มเหลว

3. ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีโอกาสดคิดอย่างสร้างสรรค์

4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผล และก่อให้เกิดเจตคติ

นอกจากนี้ สุเทพ อุสาณะ (2526 : 72 - 73) กล่าวถึง ข้อควรคำนึงถึงสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด

2. ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทาง และให้ความสะดวกในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนสร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุป และนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาอันใหม่ต่อไป ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา

3. เครื่องมือดำเนินการคือคำถาม ซึ่งจะต้องใช้ให้เหมาะสม

4. กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ตั้งปัญหา สร้างสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน สรุปและนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาใหม่ต่อไป ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา

5. การใช้คำถามที่เหมาะสม ช่วยให้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ ประสบผลสำเร็จ

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันทางการศึกษาหลายสถาบัน ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

๒๗ (ASEP) (อรุณี เมฆนธร. 2535 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Australian Science Education Project. 1974 : 91) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนดังกล่าว จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา และการค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาแทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 4 - 6)

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น คิดสงสัย และแนวทางให้นักเรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการปฏิบัติการทดลอง

ตอนที่ 2 ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ครูคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน และให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

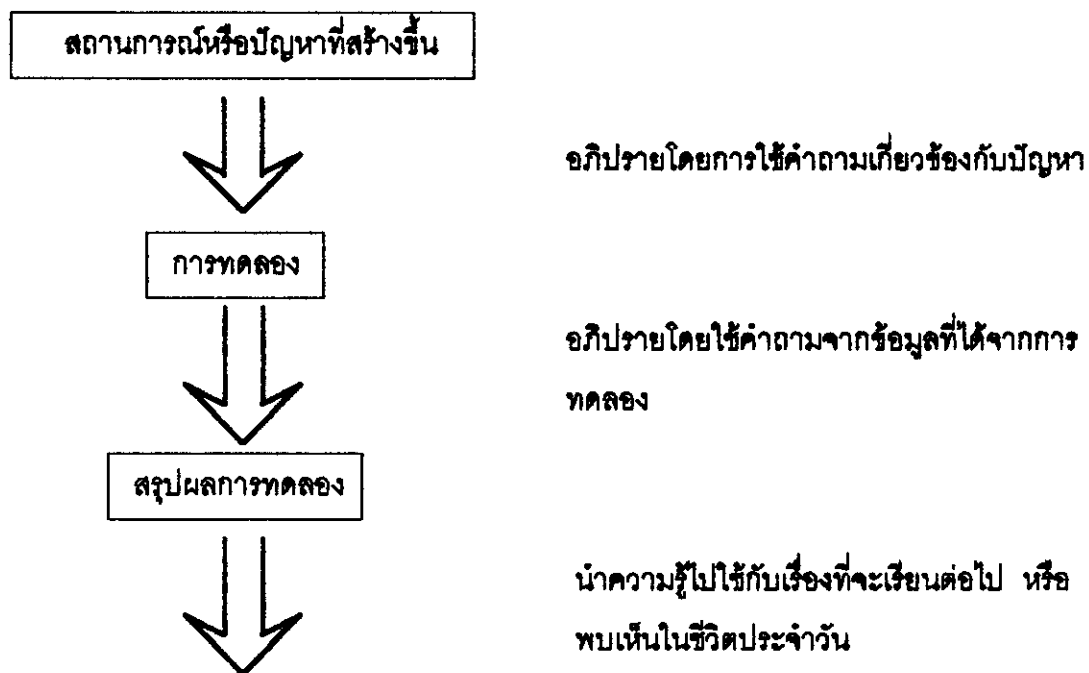
ตอนที่ 3 อภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองสรุปเป็น กฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทดลองด้วย

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 120) ได้เสนอกิจกรรมที่สำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายและการทดลองและอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งถ้าผู้สอนรู้จักแนะนำแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองไปสู่การสรุป ในการอภิปรายและซักถาม นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครู หรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ซึ่งการสอนลักษณะนี้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แสดงในภาพประกอบ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์จากปัญหาหรือจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น ปัญหาหรือสถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัวดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำเข้าสู่การออกแบบการทดลองได้

2. การใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัย ในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัย ในการใช้อุปกรณ์

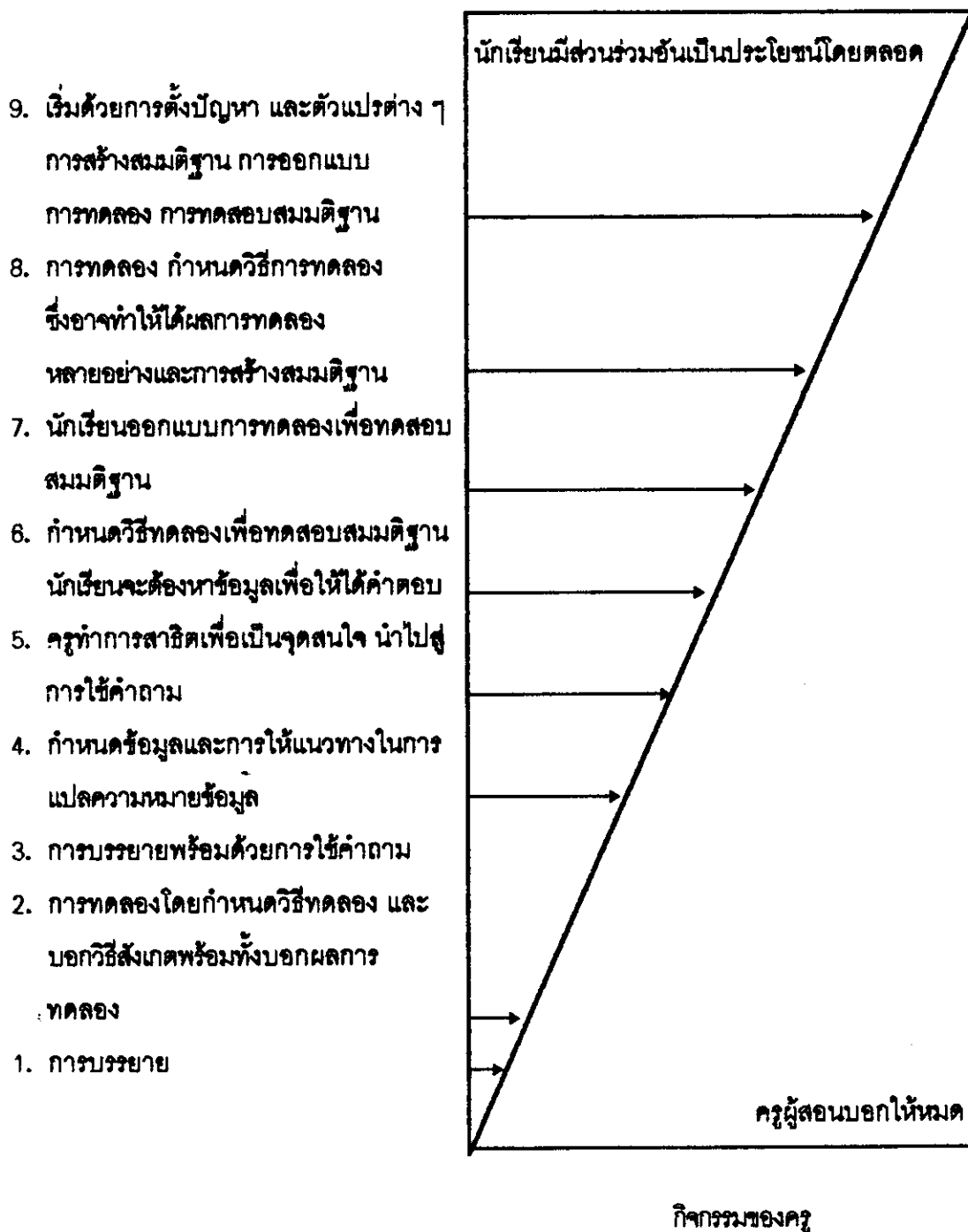
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผล ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการทดลอง และ บันทึกผล โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ครูจะมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัย ข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบ ในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่สามารถฝึกให้นักเรียน นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็น ในชีวิตประจำวัน หรือในเรื่องที่จะเรียนต่อไป

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ยังได้ให้ ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูสามารถเลือกจัดกิจกรรม การเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสมดังภาพประกอบ 2 ซึ่งแยกให้เห็น การมีส่วนร่วมของนักเรียนตั้งแต่น้อยไปหามาก (สสวท. 2519 : 4 - 5) ดังนี้

แนวการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กิจกรรมของนักเรียน



ภาพประกอบ 2 การจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เห็นได้ว่า การอภิปรายเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งครูควรแนะแนวทางให้นักเรียนได้ฝึก และปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของบุคคลอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองถือว่าเป็นหัวใจของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามในบางโอกาส (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 119) นอกจากนี้การจัดบรรยากาศในการเรียนการสอน เป็นสิ่งสำคัญที่ให้นักเรียนมีโอกาสในการศึกษาค้นคว้า มีเสรีภาพในการอภิปรายทำงานร่วมกับผู้อื่น และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากแสวงหาความรู้เพิ่มมากขึ้น บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาบทเรียนเป็นเรื่อง ๆ ใดมากขึ้น ครูควรได้ทดลองก่อนจะเข้าสอนในชั้น เพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุป โดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดทำการทดลองและร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำการเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามคำถาม อย่าบอกคำตอบทันที ควรแนะนำ สิ่งนี้นักเรียนจะหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ควรชี้แจงให้ทราบ และเบนความสนใจของนักเรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้น ควรหยิบยกมาอภิปรายภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบคำถามที่นักเรียนซักถามได้ ควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า ครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวทางการความคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจเพียงพอถึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิตหรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ อัญชลีพร เตชะศิริบุญกุล (2535 : 17) ยังได้สรุปบทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน เมื่อเขาสามารถทำงานสำเร็จครูต้องคอยเสริมแรง / ให้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

2. ครูต้องเป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรม เพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระบบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกต้อง

3. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากคิดหาคำตอบของปัญหา

4. ครูต้องคอยแนะนำ หรือให้ข้อมูลแก่นักเรียนเมื่อเกิดความสนใจ และช่วยแนะนำแนวทางการแก้ปัญหา

5. ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้นักเรียน ในการบอกข้อเท็จจริง ควรใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

6. ครูต้องไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

7. ครูต้องหาวิธีการสอนหลาย ๆ วิธีมาช่วยในการสอนด้วย จะได้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

ส่วนบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 7) ได้เสนอแนะบทบาทของนักเรียนไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การอภิปรายและการสรุป นำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. พุด ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

จากเอกสารที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอน โดยอาศัยหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นวิธีที่จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านการคิด และสามารถคิดแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการ ที่หลากหลาย หรือด้วยความคิดสร้างสรรค์ นั้นเอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหา (Problem - solving)

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่ง จำเป็นต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ เนื่องจากเมื่อบุคคลเกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นแล้ว ถ้าบุคคลนั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ก็จะเป็นการกีดขวางต่อการแสวงหาความรู้และการดำเนินการ (พรวณีย์ ชูทัย. 2522 : 188)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ มากมาย ได้แก่ เพียเจท์ (Piaget. 1962 : 120) อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ตามทฤษฎีทางด้านการพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้เริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation นักเรียนที่มีอายุ 7 - 8 ปี เริ่มมีการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับการพัฒนาการขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operation นักเรียนมีอายุประมาณ 11 - 12 ปี สามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อน และสามารถเรียนรู้ ในสิ่งที่เป็นามธรรมชนิดซับซ้อนได้ ส่วน กาเย่ (Gagne. 1970 : 63) กล่าวว่าความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มี ความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเกิดเป็น ความสามารถชนิดที่เรียกว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภท

หลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทมโนคติ ซึ่งเราได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้า ทางด้านกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect) กับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของดิวอี้ เขาสรุปว่า ขั้นตอนในการคิดวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการเรียนรู้ (Cognition) ขั้นตอนในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและแบบอนนัย (Convergent and Divergent) ส่วนขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการประเมินค่า (Evaluation) ส่วนกูด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการแก้ปัญหาเป็นแบบแผน หรือเป็นวิธีดำเนินการ ซึ่งเป็นสถานะที่อยู่ในความยุ่งยาก หรือสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

การแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่สำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพการณ์ที่เป็นปัญหามาแล้ว และจะต้องพบกับปัญหาต่าง ๆ อีกเป็นอันมากในชีวิตประจำวัน ปัญหาบางประการ ถ้าไม่สลับซับซ้อนมากนักก็สามารถแก้ปัญหาได้ แต่บางปัญหาก็สลับซับซ้อนมากยากแก่การแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งต่อการแก้ปัญหา (สวนา พรพัฒน์กุล. 2522 : 271 - 272) และการคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาก็ต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา (ประสาธ อิศรปริดา. 2523 : 267)

การแก้ปัญหาคืออาศัยกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ช่วยในการแก้ปัญหาที่ค้นพบ การแก้ปัญหาก็อาจแก้ได้โดยการลองหรือการบอกวิธีให้ อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาก็คือ การใช้กฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือ กระบวนการซึ่งนักเรียนดึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ (เพยอมน ดันมณี. 2524 : 42)

✓ ส่วน กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2523 : 259) กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหาไว้ว่าเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ และ นันทเดช โชคถาวร (2532 : 9) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการอ่านข้อความ รูปภาพหรือแผนภูมิ ที่เป็นสถานการณ์

ที่กำหนดให้แล้ว สามารถบอกวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้
 ส่วน ขอบ ลีซอ (2533 : 68) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า
 เป็นการนำวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา เป็นการใช้หลักวิชาการ
 (ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎี) และกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytic Thinking)
 ในการศึกษาปัญหา สร้างข้อสมมติฐาน เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การ
 แก้ปัญหาและความรู้ใหม่ อันเป็นจุดหมายปลายทาง

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถ
 ที่สำคัญอย่างหนึ่งในตัวบุคคลที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ วิธีการที่เหมาะสม และนิยมกันมาก
 อย่างยิ่งวิธีหนึ่งก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

ปัญหาที่เกิดขึ้น และวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็น
 เกร็ดบุคคล การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตาม
 ลำดับ อาจสลับก่อนหลัง หรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้
 ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ภูมิภาวะทางสมอง สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน และกิจกรรม
 และความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น (Stollberg, 1956 : 225 - 258) วิธีที่ทำให้
 ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสติปัญญา (Intelligence) แรงจูงใจ
 (Motivation) ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
 และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness) (Morgan, 1978 :
 154 - 155) ส่วนชม ภูมิภาค (2516 : 59) ให้ความเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้น
 ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจ การสังเกต
 โดยทั่วไปจะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมาก และ
 การนำเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้เนื่องมาจาก เหตุ 3 ประการ คือ

1. บุคคลจะมีการพัฒนาความคิดรวบยอดและระบบของการเข้ารหัสสิ่งต่าง ๆ เอาไว้
 เพื่อนำไปใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสปัญหาต่าง ๆ ที่ได้แก้มานั้น
 จะช่วยในการแก้ปัญหาใหม่

2. การพัฒนาของแนวโน้มแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับเสริมแรง
 จะก่อตัวเป็นนิสัย และมักจะเกิดขึ้นก่อนเมื่อพบปัญหาใหม่โดยบุคคลจะแก้ปัญหาดำเนินการที่ได้
 ปฏิบัติมาพยายามแล้วพยายามอีก เมื่อแนวโน้มเช่นนั้นไม่สามารถแก้ได้จริง ๆ บุคคล
 จึงจะเริ่มคิดและเปลี่ยนแนวใหม่

3. การพัฒนาเทคนิคของการแก้ปัญหานั้น เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามาก ๆ คนเราก็ย่อมจะมีความชำนาญในการแก้ปัญหามากขึ้น นอกจากนี้ เทคนิคของการแก้ปัญหานั้นยังสืบทอดกันได้ด้วย

นอกจากนี้ วินัย คำสุวรรณ (2528 : 41) ได้สรุปความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เรียนรู้ การฝึกฝน วิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญา และสภาพแวดล้อมทางสังคม

2. ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงจะมีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการในการแก้ปัญหาได้ดี

3. แรงจูงใจเกี่ยวข้องกับความชอบในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีระดับอายุเท่ากัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ

6. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหานั้นของแต่ละบุคคล ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกัน คือ ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลหรือความรู้เดิม จุดนิภาวะทางสมองและความสามารถทางสติปัญญา สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน กิจกรรมและความสนใจของบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น และความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด (รุ่งชีวา สุทธิ. 2531 : 34)

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ควรฝึกอยู่เสมอ ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ ความสามารถทางสติปัญญา กิจกรรม ความสนใจ และสิ่งเร้าให้เกิดการแก้ปัญหา

✓ วิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษา และกล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

บลูม (Bloom. 1956 : 122) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหานั้น มี 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้ตอบกับปัญหา นักเรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บลูมได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นที่ 1 - 4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ ขั้นที่ 5 - 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับ ความรู้ - ความจำ ถือว่าเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 และ แวนนอย (เอกริดี สุวีรานนท์. 2529 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Vannoy. 1965 : 385 - 396) ได้ศึกษากระบวนการของการคิดซับซ้อนเพื่อการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า คือ องค์ประกอบที่บุคคลใช้ในกระบวนการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. องค์ประกอบในกระบวนการแยกแยะความแตกต่าง และองค์ประกอบในด้านสรุปความ หรือบูรณาการ

2. สภาพของกระบวนการคิดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งเร้าที่เหมาะสม

3. พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความคิดซับซ้อนของบุคคลนั้นไม่ปรากฏเป็นเอกภาพ

บรูเนอร์ (Bruner. 1966 : 123 - 127) ได้ศึกษา วิธีการแก้ปัญหา และได้สรุปว่า การคิดแก้ปัญหานั้น จะต้องมียกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภท สิ่งเร้าประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภท อันที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมาก ในการระลึกประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้องเป็นขั้นก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของปัญหา
4. การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

นอกจากนี้ ตัวอี (กึ่งฟ้า สันตวงษ์. 2525 : 5 - 6 ; อ้างอิงมาจาก Dewey.

1971 : 139) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Dewey's Problem Solution มีขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นคนส่วนใหญ่ จะต้องพบกับความตื่นเครียด ความสงสัยและความยากลำบากที่จะต้องพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไปในขั้นต้น ผู้พบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหานั้นก่อน

2. การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันมีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไปนี้

- 2.1 มีตัวแปรหรือต้นเหตุหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

- 2.2 มีอะไรบ้างที่ต้องทำในการแก้ปัญหาโดยอาจจะเป็นการระบุปัญหาได้ไม่แจ่มชัดเป็นต้น

- 2.3 ต้องบริหารจัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

- 2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

- 2.5 พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นจริงๆ บางครั้งอาจมีสิ่งที่เราองไม่เห็นชัดที่เป็นตัวก่อปัญหา ถ้าจัดสิ่งนั้นได้ก็จะแก้ปัญหาได้

3. การรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อตั้งสมมติฐาน

- 3.1 จะมีวิธีหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหานั้นได้อย่างไรใครจะเป็นผู้ให้ข้อมูลเหล่านั้น

- 3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำตอบที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา หลังจากได้ความคิดว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไรแล้วก็ลองพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีใดได้บ้าง

5. การทดลองนำเอาวิธีการแก้ปัญหามาใช้

ส่วน เวียร์ (Weir. 1974 : 16) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

และกิลฟอร์ด (Guilford. 1976 : 313) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา เป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา โดยกระบวนการแก้ปัญหา นั้น ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้าง ที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการ แก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหา ที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ด้านกมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 268) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมเพียงอย่างเดียว

เป็นการคิดแก้ปัญหาที่ไม่เปลี่ยนแปลงทางแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มี การไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อมเป็นการจำ และเลียนแบบพฤติกรรมเดิม ที่เคยแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการแก้ปัญหาแบบเดาสุ่มโดยการลองผิด ลองถูก

3. การแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงทางความคิด เป็นพฤติกรรมที่สังเกตยาก ที่นิยมกันมากที่สุด คือ การหยั่งเห็น (Insight) การหยั่งเห็นนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์เดิม

4. การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเป็นระดับสูงสุดและใช้ได้ผลมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อน ขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยสังเขปมีดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหาโดยการสังเกต คิดและจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้งไป พิจารณาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่นั้น

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ไปใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับปัญหา

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ได้กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น อาจแจกแจงได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 4 ขั้นก็ได้ แล้วแต่ความละเอียดในการแบ่ง และทบวงมหาวิทยาลัยได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้คือ ความสนใจในสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะในการสังเกต

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะการควบคุมตัวแปร การสังเกต และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ออกกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่าการแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิดลองถูก วิธีคิดกลับปัดกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นทดลอง

4. ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสนใจขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน นำมาสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

✓ การเรียนรู้การสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้น มีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การสนใจหรือไม่เพียงใด การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอน จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การที่ให้นักเรียนมีโอกาสฝึกอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่นักเรียน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยฝึกให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น มังกร ทองสุคดี (2522 : 5 - 10) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และช่วยให้มีแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหาอยู่ตลอดเวลา

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยชี้แนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดง การสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้น อาจจะหาแนวทางต่าง ๆ ในการหาคำตอบได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชา บางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการทดสอบ ค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของคน มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการคิดวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียง ได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหานั้นออกเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้บุคคลแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง สามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา บางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการใช้ปัญญา (The Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ ในอนาคตอีกด้วย นอกจากนั้นครูควรได้แนะนำ หรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด หรือ กระทำในเรื่องเหล่านี้ด้วย คือ

1. ฝึกให้คิดวิเคราะห์ - สังเคราะห์
2. ฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือการกระตุ้นช่วยให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นกว่า การฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูต้องช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียน อาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

การแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ ในการแก้ปัญหาจำเป็นต้องรู้จักสังเกต พิจารณาคัดเลือกแนวทางที่เป็นประโยชน์ ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทาง และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหา ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและหาแนวทางในการแก้ปัญหด้วยตนเอง (Gaier. 1953 : 138 - 141) การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขาวิชา การแก้ปัญหานั้น เป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป ไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เท่านั้น (Dressel. 1955 : 418 - 420) ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการ ปรับปรุงเทคนิคการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้นักเรียนมี ประสบการณ์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Baker. 1960 : 153 - 155) ครูจะต้องจัดสภาพการณ์ ต่าง ๆ เพื่อยุ้มนักเรียนได้ใช้กระบวนการเหล่านี้แก้ปัญหา ได้แก่ (สายหยุด สมประสงค์. 2523 : 69 - 90)

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีมาให้นักเรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ

2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของนักเรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญา

3. การฝึกแก้ปัญหา นั้น ผู้สอนควรได้แนะนำนักเรียนตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็ต้องแตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่า เราสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ กัน ตัวอย่าง เช่น การจัดห้องเรียนให้มีสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้

5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกฝนแก้ปัญหา หรือการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วทำให้นักเรียนไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิด

✓ จิตวิทยาในการแก้ปัญหา

สำหรับจิตวิทยาในการแก้ปัญานั้น ได้มีนักจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

การเรียนรู้ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหา และการนำเอาข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่า จะต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นได้เสมอไป การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกใช้กับปัญหาที่ซับซ้อน ใช้เมื่อผู้เผชิญปัญหามองไม่เห็นแนวทาง หรือไม่อาจหาวิธีการแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีเดาสุ่มหลายอย่าง เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ส่วนไฮนิง (Heining, 1981 : 61) กล่าวว่า การแก้ปัญหามองนักเรียนจะเกิดขึ้นได้นั้นครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำ กิจกรรมที่ควรจัดเป็นกิจกรรมแบบปลายเปิด ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้น สำหรับนักเรียนควรฝึกให้เกิดการแก้ปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานทดสอบสมมติฐาน บางครั้งนักเรียนต้องหาทางเลือกใช้ความคิดใหม่ ๆ และจินตนาการ เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบและเชฟเทิล (Shafteel, 1982 : 31) กล่าวว่า การแก้ปัญหามองนักเรียนเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหา คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคล โดยใช้สถานการณ์นั้นเป็นอุปสรรค

ดังนั้น ผู้แก้ปัญหาได้จะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ ๆ ในการเรียนการสอน เพื่อฝึกให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ จะต้องใช้สถานการณ์สอนเพื่อให้นักเรียนคิด ตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุปตั้งหลักการเองทุกอย่างการกระทำดังกล่าวนี้ เป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลาย ๆ ทาง ทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล (Thronthike, 1965 : 192) ส่วน พรพนี รุททัย (2522 : 104) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเป็นต้องศึกษาขั้น และพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนด้วยว่ามีสติปัญญา ความพร้อมมากน้อยเพียงใด จึงสามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ในการแก้ปัญหาสามารถใช้วิธีการที่เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ประการ คือ การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และการแก้ปัญหาโดยวิธีหยั่งเห็น (ชม ภูมิภาค, 2523 : 194)

จากเอกสารดังกล่าวมานี้เห็นได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาวงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการดำเนินการแก้ปัญหายังมีระบบ ไม่เพียงแต่สามารถใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่อาจนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคลในอาชีพต่าง ๆ ได้ การดำเนินการแก้ปัญหาวงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องที่มีเหตุผล และส่งเสริมให้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา ครูมีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้ช่วยเมื่อจำเป็นจริง ๆ ทำให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองมากที่สุด นอกจากนี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิด ส่งเสริมให้กำลังใจ ซึ่งการส่งเสริมให้นักเรียนคิดถึงสาเหตุของปัญหา รู้จักตั้งสมมติฐาน ตามเหตุผลที่ควรจะเป็นไปได้ ส่งเสริมให้รู้จักทดลอง รู้จักวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองอย่างมีเหตุผล เป็นแนวทางที่จะพัฒนาให้นักเรียนได้รับความรู้ เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหายังมีระบบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผลการทดลอง มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การฝึกเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน ได้มีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้ ดังนี้

การฝึก หมายถึง การจัดสภาพการณ์ เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างชุดฝึกต้องคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการชุดฝึก ลักษณะของชุดฝึกที่ดี ประโยชน์ของชุดฝึกและหลักการนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน (ชาญชัย ลิวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์. 2523 : 114)

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre -Test)
6. กิจกรรม (Activities)
7. คำถามทบทวนและแนวทางในการตอบคำถาม
8. การทดสอบย่อย
9. การทดสอบขั้นสุดท้าย

ดีวิตโต และครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า “Creative Sciencing Ideas and Activities for Teacher and Children” เป็นชุดกิจกรรมที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดและกิจกรรมอื่น ๆ ตามมา เหมาะที่จะนำมาใช้ในการพัฒนานักเรียน รูปแบบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ปัญหาที่นำไปสู่กิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายหรือกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการสร้างสถานการณ์ หรือกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มีคำตอบ

นักเรียนจะตอบอย่างไรก็ได้

4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิด เพื่อแนะนำนักเรียนให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิด และสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริง

ตามวิธีทางวิทยาศาสตร์

ส่วน เอ็ดเวิร์ด และเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐาน มาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ได้จากการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาสาเหตุที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้ มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ “ถ้า..... แล้ว.....” และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดการสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

นอกจากนี้ บัทส์ (Butts. 1974 : 85) ได้เสนอหลักการสร้างชุดฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างชุดฝึกต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่า จะฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะใช้สร้างชุด
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้อง
4. แจนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของนักเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสมกับชุดฝึก
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในชุดฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

และวรรณถ พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างชุดฝึกสรุปได้ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างชุดฝึก โดยศึกษาสิ่งต่อไปนี้
 - 3.1 ปัญหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 จิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 เนื้อหา

3.4 ลักษณะของชุดฝึก

3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของชุดฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง

3.6 เลือกเนื้อหากิจกรรมต่างๆที่เหมาะสมมาบรรจุในชุดฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้ หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก

ในการสร้างชุดฝึก สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม (2536 : 65 - 82) ได้กล่าวไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้

1. กฎของธอร์นไดค์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ได้รับการฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ ในทางตรงกันข้าม สิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัด หรือทอดทิ้งไปนานย่อมจะทำได้ไม่ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างชุดฝึก จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือ ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป ควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจนักเรียนโดยการจัดชุดฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน จะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้คิดตามต่อไป

4. ใช้ชุดฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลักสำคัญ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับนักเรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้นักเรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนได้ทราบว่าการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับนักเรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนชุดฝึกจากง่ายไปหายากและจากชุดฝึกสั้นไปสู่ชุดฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างชุดฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

ลักษณะของชุดฝึกที่ดี

ชุดฝึกที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้ (Hales. n.d. : 93 - 94) (นิตยา ฤทธิโยธี. 2520 : 1)

1. ควรมีการฝึกหลาย ๆ อย่าง เช่น ฝึกแก้ปัญหา ฝึกทักษะต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

3. เหมาะสมกับวัยหรือความสามารถของนักเรียน

4. ใช้เวลาเหมาะสม

5. ชุดฝึกสร้างขึ้นนั้น ต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร

6. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของชุดฝึก

ชุดฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาทักษะมาก เพ็ทตี (Petty. 1968 : 469 - 472)

ได้กล่าวถึงชุดฝึกไว้ ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่ม หรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอน ที่ลดภาระของครูได้มาก เพราะชุดฝึกเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ

2. ช่วยเสริมทักษะทางการใช้ภาษา ชุดฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้ภาษาดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและเอาใจใส่จากครูผู้สอน

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้นักเรียนทำกิจกรรมในชุดฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถ จะช่วยให้ประสบผลสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. ชุดฝึกช่วยเสริมทักษะทางภาษาให้คงทน โดยการกระทำดังนี้

4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้ว

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. ชุดฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. ชุดฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มนักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทาง เพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้นักเรียนทำกิจกรรมในชุดฝึก ช่วยให้ครูเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาได้ทันที่

8. ชุดฝึกที่จัดทำขึ้นนอกจากที่อยู่ในหนังสือเรียน ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่
9. ชุดฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อย จะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาการที่ต้องเตรียมชุดฝึกอยู่เสมอ ในด้านนักเรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาออกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่
10. ชุดฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำกว่าที่พิมพ์ในกระดาษทุกครั้ง และนักเรียนสามารถบันทึก และมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

หลักการนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน

หลักในการนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนดังนี้ (Butts. 1974 : 2)

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในชุดฝึกดูว่าทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของชุดฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาจุดมุ่งหมายของชุดฝึกและกิจกรรมว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. ชุดฝึกนั้นเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในชุดฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในชุดฝึกว่าเหมาะสมกันหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมในชุดฝึกแล้ว เพื่อศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่า เข้าใจหรือไม่

จากเอกสารที่เกี่ยวกับชุดฝึกกิจกรรมสรุปได้ว่า ชุดฝึกกิจกรรมเป็นนวัตกรรมชนิดหนึ่งที่สามารถให้นักเรียนฝึกด้วยตนเองมีลักษณะ คุณค่า และสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาให้นักเรียนแต่ละบุคคลแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันให้นักเรียนฝึกการคิด เช่น การคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

ในการสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำหลักการสร้างชุดฝึกของบัทส์ (Butts) เอ็ดเวิร์ด และเบอร์นิส (Edward and Bernice) และชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ของ ดีวิตโตและครอโควเวอร์ (Devito and Krokover) มาดำเนินการสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ชื่อชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. คำชี้แจงในการใช้ชุดฝึก
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม

4. สถานการณ์ที่กำหนด
5. กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

คือ

- 5.1 ขั้นระบุปัญหา
- 5.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 5.3 ขั้นทดลอง
- 5.4 ขั้นสรุป

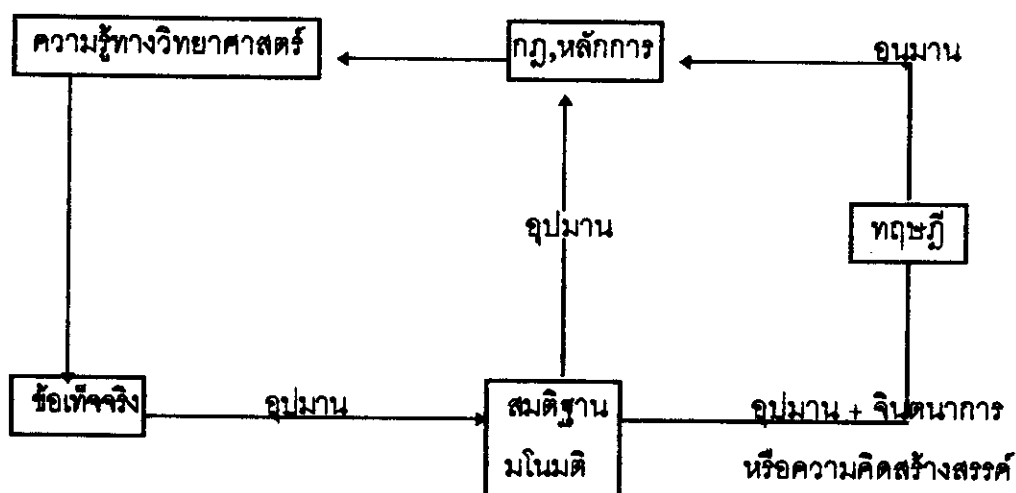
เอกสารเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (มุสตี ตามไท. 2531 : 55 - 57)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิทธิพล

ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535 : 94 - 101) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหา ข้อเท็จจริง หาความรู้ต่าง ๆ จากประสบการณ์ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ (สมจิต สวธน์ไพบุลย์. 2535 : 101 - 103)

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

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใดง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว

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

นอกจากนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for Advancement of Science - AAAS) ได้กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้คือ (ภพ เลหาไพบุตย์ . 2537 : 14 - 30)

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) จัดไว้ 8 ทักษะ
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skill) จัดไว้

5 ทักษะ

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลรวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เหมือนกัน หรือสัมพันธ์กันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจจะมีวิธีการแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้
5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Space Time Relationships)

หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่าง มิติกับเวลาหรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบาย สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มีมิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับ ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งหนึ่งสิ่งใด

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงา ของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของ ลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเดินของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาดำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ เมื่อเวลา เปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็น อย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง ทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ

1. การใช้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมาย ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่า ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิง

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางข้อความหรือข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประเมินผลแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่วิธีการคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยไม่มีหน่วยกำกับ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยที่เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space

Relationship and Space - time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระนาบรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปกของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด

จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมาย ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวได้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลัง การทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อน การทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐาน ที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐาน หนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึง
ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายคุณลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

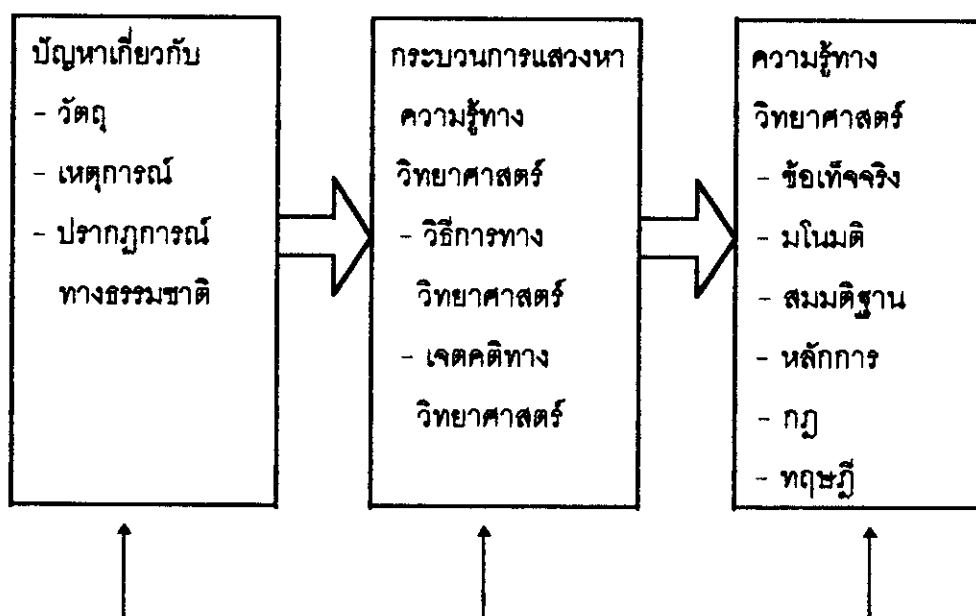
การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติและข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ดังกล่าวแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 - 8 และ ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 - 13 ทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535 : 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับ เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผล ทั้งสองส่วนและเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผล วิชาวิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ เป็นเกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 21 - 31)

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ใน รูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิทยาศาสตร์ ว 101 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในการพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ ซึ่งผลผลิตความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เน้นความใหม่และความมีศิลปะทั้งสองประการพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ (Piltz & Sund. 1974 : 4)

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

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดค้นความรู้ใหม่ ๆ ตาม
จุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการคือ (Moravesik. 1981 : 222 - 223)

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้ และอธิบาย
สิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวได้
3. เพื่อผลกระทบต่อกิจกรรมของคนที่มิต่อโลกและหน้าที่ของเขาที่มีต่อโลก

ทัศนีย์ พฤกษ์ชลธาร (2517 : 56) สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 6) วรณรักษ์
ชัยชาญกุล (2526 : 9) ทัศนีย์ บุญเดิม (2526 : 3) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องตัว
ในการคิดแก้ปัญหา โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม
และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ซึ่งเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะในการออกแบบการทดลอง และการวางแผน
ในการทดลอง

อนันต์ จันทร์ทวี (2525 : 3) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับ สมปัญญา ศรีภักคนานท์ (2535 : 66) ความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถ
ค้นคว้า ทดลอง และแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม
ตรวจรายงาน หรือโครงการวิทยาศาสตร์ หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ สมจิต สวณไพบุลย์ (2527 : 7 - 11) ได้แสดงความคิดเห็นว่า
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นผลผลิต (Science Product) ของความคิดที่จะต้อง
มีคุณค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้น ส่วนองค์ประกอบของ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัยนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะ
ตามแนวของ Guilford คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Orinality)
4. ความละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

จากเอกสารดังกล่าวสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้หลากหลายก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพ และเน้นการคิดที่ไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น ประกอบไปด้วยความสามารถทางด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Process)

ทอแรนซ์ (อาร์ พันธัมณี . 2537 : 9 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965) ได้อธิบายไว้ว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่อง ขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ขึ้นต่อไปจึงรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดใหม่ต่อไป ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทอแรนซ์ เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

ทอแรนซ์ และไมเออร์ส (อาร์ พันธัมณี 2537 : 10 - 11 ; อ้างอิงมาจาก Torrance and Myers. 1972) แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจ มีความสับสน วุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้พยายามตั้งสติและพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem - Finding) ขั้นนี้ต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายใจนั้นก็คือ การมีปัญหากเกิดขึ้นนั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea - Finding) ขั้นนี้ต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นจะพยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution - Finding) ในขั้นนี้ก็จะพบคำตอบจากสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acception - Finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จอย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ ๆ ต่อไปเรียกว่า New Challenge

ส่วนวอลลาส (อาวี พันธน์ . 2537 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Wallass. 1962) ได้กล่าวถึงกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ว่าเกิดจากความคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) และได้แบ่งขั้นตอนไว้เป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้อง หรือข้อมูลที่จะระบุปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ฯลฯ

ขั้นที่ 2 ขั้นความคิดคุกรุ่นหรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความงุนวางของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งใหม่และเก่าสะเปะสะปะปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถรวมความคิดนั้นจึงปล่อยความคิดไว้เฉย ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นผ่านการเรียบเรียง และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด และจะมองเห็นภาพพจน์ มโนทัศน์ ของความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบความคิดและทดสอบให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ใช้ความคิด 3. ขั้น จากข้างต้นเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้อง

ส่วน ออสบอร์น (อาวี พันธน์ . 2537 : 11 - 12 ; อ้างอิงมาจาก Osborn. 1957) ได้ขยายกระบวนการความคิดสร้างสรรค์เป็น 7 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การชี้แจงปัญหา เป็นการระบุหรือทราบประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นการเตรียมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ เป็นขั้นพิจารณาและแจกแจงข้อมูล

ขั้นที่ 4 การใช้ความคิดหรือเพื่อคัดเลือก เพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลาย ๆ ทาง

ขั้นที่ 5 การคิด (Incubation) และการทำให้กระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่างและในที่สุดก็เกิดความคิดแวบและกระจ่างขึ้น

ขั้นที่ 6 การสังเคราะห์หรือการบรรจุขึ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินผล เป็นการเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพสูง

และ แอนเดอร์สัน (อาวี พันธมณี 2537 : 12 ; อ้างอิงมาจาก Anderson. 1957)

ได้กล่าวไว้ว่า ความแตกต่างของบุคคลอยู่ที่ความคิดสร้างสรรค์และประสบการณ์เป็นสำคัญ พร้อมทั้งได้แบ่งกระบวนการด้านความคิดสร้างสรรค์ ออกเป็น 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 มีความสนใจ และรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์และสิ่งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 3 ไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงร่างและรูปแบบของงาน

ขั้นที่ 4 จากผลข้อ 1 - 3 ทำให้เกิดจินตนาการ

ขั้นที่ 5 สร้างจินตนาการออกมาให้เป็นความจริง และแสดงผลให้ชัดเจน

ขั้นที่ 6 รวบรวมความคิด และแสดงออกมาในรูปของผลงาน

จุงส์ (อาวี พันธมณี 2537 : 12 - 13 ; อ้างอิงมาจาก Jungs. 1963) ได้อธิบายถึงวิธีการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยเสนอวิธีการคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ขั้น และเรียกขั้นเหล่านี้ว่า “ห้าขั้นแห่งการสร้างความคิด” ดังนี้

ขั้นที่ 1 คิดรวบรวมข้อมูล หมายถึง การคิดรวบรวมวัตถุดิบต่าง ๆ คิดถึงข้อมูลทุกอย่างที่ได้กระทำ เช่น การโฆษณาและการเขียนรูป ให้คิดถึงภาพที่เขียนว่ามี เส้น สี เป็นอย่างไร พยายามใช้ความคิดกับสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นอย่างกระตือรือร้น ให้หลังไหลเข้ามาสู่ใจหรือสมอง

ขั้นที่ 2 ขบวนการใช้วัตถุดิบ หมายถึง การคิดถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมอยู่ในใจ ครั้งแล้วครั้งเล่าว่า การกระทำอย่างนี้เป็นที่น่าสนใจ และได้ประโยชน์หรือไม่ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความคิดอื่นที่รวบรวมอยู่ในใจ หากสมองเหนื่อยก็ให้หยุดพักไว้ก่อน

ขั้นที่ 3 ทำใจให้ว่าง หมายถึง การหยุดคิดแล้วทำจิตใจให้ว่าง สัมผัสปัญหาต่าง ๆ ในขั้นที่สองแล้วหันเหความสนใจไปยังสิ่งอื่น ปล่อยให้จิตใจได้สำนึกของกลไกความคิดทำงานต่อไป

ขั้นที่ 4 ยูเรคา หมายถึง ขั้นเกิดความคิดแวบเข้ามาบางครั้งความคิดอาจหลังไหลเข้ามาโดยไม่คาดฝัน อาจเป็นเวลาไหนก็ได้ แต่ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในตอนครึ่งหลับครึ่งตื่นในตอนเช้า และเรียกขั้นนี้ว่า “ยูเรคา” ซึ่งแปลว่า “ข้าพเจ้าได้พบแล้ว” หรือ “ได้ตัวแล้ว” ซึ่งเป็นคำกล่าวของอาร์เคมีดิส กล่าวในขณะที่พบวิธีหาน้ำหนักของวัตถุ เพื่อพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของทองคำ

ขั้นที่ 5 วิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง เป็นขั้นที่ต้องใช้เวลาวิพากษ์วิจารณ์อย่างจริงจังต่อความคิดใหม่ที่ได้ แล้วพยายามจัดความคิดนั้นให้เป็นรูปร่าง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ หรือให้ทำงานได้ เขาเสนอแนะว่าช่วงตอนนี้เป็นโอกาสที่ใครช่วยวิพากษ์วิจารณ์ เพราะบางทีคำพูดเพียงประโยคเดียวอาจทำให้ความคิดใหม่ที่คิดนั้นยิ่งดีขึ้น

พานอส (วิจิตร วรุตบางกูร. 2520 : 41 ; อ้างอิงมาจาก Parnes n.d.) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ต้องขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ความรู้พื้นฐานของแต่ละคน (Individual's Knowledge) อย่างน้อยผู้หนึ่งจะต้องทราบว่า ปัญหาที่เขาประสบอยู่ในปัจจุบัน และในอดีตเขาแก้ปัญหาอย่างไร
2. จินตนาการ (Imagination) อย่างน้อยจะต้องคิดได้ว่าจะมีทางอื่นหรือวิธีอื่นที่จะแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ ถ้ามี มีอะไร
3. การพิจารณา (Judgement) ต้องมีการใช้วิจารณ์ญาณวิเคราะห์ได้ว่าวิธีแก้ปัญหาอื่นใด สามารถนำไปปฏิบัติได้และเป็นประโยชน์สูงสุด

ฮัทชินสัน (อารยา แสงไชย. 2529 : 35 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Hutchinson n.d.) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้เวลาคิดอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น ซึ่งมีลำดับการคิดดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกตึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดจับพลันขึ้นมาในสมอง ทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือลำดับคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

นอกจากนี้ นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 17 - 18) ได้กล่าวถึงลำดับของความคิดสร้างสรรค์ว่า มี 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม คือ ขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไป

1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดี ทั้ง และ สนใจต่อสิ่งแปลกใหม่ที่ได้พบเห็นเสมอ

1.2 การจำแนก หมายถึง การจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นพักตัว เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้เป็นแนวความคิด ปกติขั้นนี้จะใช้เวลานานพอสมควร

3. ขั้นคิดออก ขั้นนี้เป็นการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือสามารถมองเห็นสู่ทางในการริเริ่มหรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

4. ขั้นพิสูจน์ คือขั้นของการทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์พยายามคิดแก้ปัญหาเมื่อมีความรู้สึกว่ามีปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ขั้นเตรียม ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพักตัว หรือขั้นรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่กระบวนการคิด ขั้นคิดออก ขั้นพิสูจน์ และปรับปรุงผลที่ได้จากกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ คือ ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสิ่งที่จะช่วยให้เกิดกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ คือความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และการพิจารณาตัดสินใจของแต่ละบุคคล

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ภพ เลาน์ไพบูลย์ (2537 : 183 - 184) ได้แบ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทางจิตวิทยา ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้ได้ มากที่สุดในเวลา 5 นาที

2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่ไม่ซ้ำกัน ได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น ให้คิดว่าจะสามารถนำหอยไปใช้ทำอะไรได้บ้าง ในเวลา 5 นาที

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดใหม่ เป็นต้นคิด เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดซึ่งไม่เหมือนใคร ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอา ความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ จากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก อาจไม่มีใครเคยนึกหรือคิดมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ที่จะนำความคิดนั้นไปสู่การปฏิบัติ การสร้าง การกระทำ ให้เป็นผลสำเร็จ ทำให้เกิดเป็นผลงานหรือผลิตผลสร้างสรรค์ขึ้นมา

5. ความคิดหลากหลาย (Sensitivity) หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา ได้หลายปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สถานการณ์หนึ่ง

คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นบุคคล ที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ สติปัญญา และจิตใจที่สนใจจะแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ฅภ เทาไพบุลย์ (2537 : 184) จึงได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียน ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็น
2. เป็นผู้ที่ชอบคิดหาหนทางแก้ไขปัญหา
3. เป็นผู้ที่ชอบที่จะค้นพบสิ่งใหม่
4. เป็นผู้ที่ชอบที่จะทำงานที่ค่อนข้างยาก
5. เป็นผู้ที่ชอบที่จะทำการแก้ปัญหา
6. เป็นผู้ที่มีความมุ่งมั่นและอุทิศเวลาที่จะทำงาน
7. เป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่นในการคิด
8. เป็นผู้ที่ชอบตอบคำถาม และให้คำตอบหลายคำตอบสำหรับคำถามหนึ่ง

ได้มากกว่านักเรียนส่วนใหญ่

9. เป็นผู้ที่สามารถสังเคราะห์และมองเห็นทางได้สิ่งใหม่อย่างแน่นอน
10. เป็นผู้ที่มีจิตใจที่จะสืบเสาะหาความรู้
11. เป็นผู้ที่มีพื้นฐานในการอ่านอย่างกว้างขวาง

ดังนั้น บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นผู้มีความสามารถในการสร้างสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล จะมีความเอาใจจริงเอาใจที่จะแก้ปัญหา เป็นผู้ที่มีเหตุผลและทำตามที่ตนคิดซึ่งอาจไม่เหมือนใคร ครูควรให้คำแนะนำและให้อิสระในการทำงาน ซึ่งนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์มักจะทำให้ครูแปลกใจในความสามารถของนักเรียน

การสร้างสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนที่กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ในการสร้างบรรยากาศสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ครูควรปฏิบัติดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2537 : 185)

1. สร้างความเชื่อถือให้มากและลดความกลัว ครูต้องแสดงให้เห็นว่าครูมีความเชื่อถือในตัวนักเรียนว่าเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ อย่าพยายามตรวจสอบแนวคิดของนักเรียน หรือแสดงความไม่เห็นด้วยกับความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน
2. ส่งเสริมให้มีการสื่อสารกันให้ดี ครูต้องส่งเสริมงานสร้างสรรค์ให้เป็นไปในแนวที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียนทุกคนในชั้น ครูต้องเป็นคนเปิดเผยและยอมรับข้อเสนอแนะของนักเรียน
3. ยอมให้นักเรียนพิจารณาเลือกเป้าหมายในการทำงานและประเมินผลตนเอง ครูควรปรึกษาหารือกับนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่นักเรียนสนใจและอยากจะทำ ครูอาจเสนอแนวคิดให้นักเรียน แต่นักเรียนอาจจะยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ได้ โดยนักเรียนอาจเลือกหัวข้อเรื่องเอง ครูไม่ควรประเมินให้เกรดงานคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูควรให้นักเรียนประเมินงานของตน แต่ไม่ได้ประเมินว่างานดีหรือไม่ดี จะประเมินในสิ่งที่นักเรียนกำลังพยายามจะทำ ทำอย่างไรทำอะไร จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
4. มีการควบคุม ครูไม่ควรเข้มงวดในพฤติกรรมของนักเรียนและพฤติกรรมของตนเองมากเกินไป เช่น ครูบอกให้นักเรียนทำภาชนะรูปกลม ครูควรให้นักเรียนได้ทำงาน ทดลอง และใช้ขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ กัน ส่งเสริมและยอมรับข้อคิดเห็นที่ไม่ตรงกันกับความคิดเห็นของครู ให้นักเรียนที่มีความคิดแตกต่างกันได้เลือกปฏิบัติก่อน เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ที่นอกเหนือไปจากที่ครูบอก

เพราะฉะนั้น ครูควรมีความเชื่อว่า แต่ละบุคคลมีแรงกระตุ้น มีความรับผิดชอบ
ในการทำงาน และเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ถ้าพยายามไม่ให้มีข้อจำกัดต่าง ๆ นักเรียน
จะทำงานได้ดีที่สุดเมื่อกำหนดเป้าหมายในการทำงานไว้ และแสดงความสามารถ
ในการทำงานอย่างเต็มที่เมื่อได้รับอนุญาตให้ทำ

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในบุคคลทุกคน สามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาให้
เพิ่มขึ้นได้ นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

เดอ ซีคโก (De Cecco, 1968 : 459) ได้กล่าวไว้ว่า ครูสามารถจัดสถานการณ์
ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้
และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์
จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ ซึ่งครูได้เตรียมไว้ให้แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนและ
จากสถานการณ์ดังกล่าวจึงนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหา และวิธีแก้ปัญหาแก่นักเรียน
ถ้านักเรียนรู้ถึงสถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะคิดสร้างสรรค์ได้มาก

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถกระทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

แอนเดอร์สัน (วิสุทธิ ตรีเงิน, 2534 ; อ้างอิงมาจาก Anderson, 1970 : 103 - 104)
ได้ให้ข้อเสนอแนะด้านวิธีการสอนเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดริเริ่ม รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการทดลอง และ
การตัดสินใจด้วยตนเอง ครูควรให้คำชมเชยเมื่อนักเรียนมีความคิดริเริ่ม

2. ใช้วิธีการสอนแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) ซึ่งถือเป็นจุดสุดยอดของการคิด

3. ใช้วิธีสร้างสถานการณ์ขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วชักชวนให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหา

คำตอบ

4. ให้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความช่วยเหลือตามสมควรในการศึกษาค้น
คว้าด้วยตนเอง และภายหลังการศึกษาค้นคว้ามาแล้วควรให้นักเรียนได้เสนอผลงานของเขาด้วย

5. ส่งเสริมให้นักเรียนสนใจและแสดงออกในศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป และมีผลให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

6. ความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหลาย ๆ อย่าง ดังนั้นครูจึงควรใช้วิธีการเตรียมประสบการณ์หลาย ๆ อย่างเท่าที่จะทำได้ หรือให้โอกาสนักเรียนได้สร้างประสบการณ์และสร้างความคิดใหม่ ๆ หลาย ๆ อย่างด้วยตนเอง

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 32) ได้กล่าวไว้ว่า ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเกิดความเข้าใจในสภาพความจริงเกี่ยวกับตนเอง ควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างกันได้หลายประเภท และหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของตนแตกต่างไปจากความคิดของผู้อื่น
4. ความละเอียดลออ (Elaboration) คือความสามารถในการมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

เดวิส (วิสุทธิ ตรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1971 : 30 - 33) ได้สรุปแนวทางที่จะช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนพัฒนาขึ้นมีอยู่ 3 ประการ คือ

1. การใช้กลวิธีสร้างสรรค์ (Use of Creative Tactics) การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักการคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และเป็นคนใจกว้าง ยอมรับฟังสิ่งแปลกใหม่ (Openmindess) สอนเทคนิคบางอย่างเพื่อให้รู้จักนำไปประกอบกันเป็นความคิดใหม่ ๆ ให้เกิดแรงจูงใจที่จะนำความสามารถในตัวออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนั้น สิ่งสำคัญสำหรับการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อยู่ที่การจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนและวิธีการสอนอย่างสร้างสรรค์ เช่นวิธีการสอนให้เกิดจินตนาการ เป็นต้น

2. การรู้จักความคิดสร้างสรรค์ด้วยการปฏิบัติจริง (Learning Creativity by Doing Creativity) ครูที่สอนจะต้องส่งเสริมกิจกรรมในห้องเรียนและกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในทางสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำได้ดีเมื่อครูให้ความคุ้นเคยกับนักเรียน ให้เสรีภาพนักเรียนในการอธิบายและการแก้ปัญหา

3. บรรยากาศที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Atmosphere)

สภาพบรรยากาศในห้องเรียนควรใช้การสอนแบบระดมพลังสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ในศิลปะ การเขียนหรือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ ทำให้จินตนาการแปลก ๆ และเรื่องซับซ้อนที่เป็นจริงได้

การจัดสภาพแวดล้อมทางการสร้างสรรค์ ครูควรปฏิบัติดังนี้ (Sund and Trowbridge. 1973 : 358)

1. ให้ความสนใจในงานสร้างสรรค์
2. ส่งเสริมความคิดใหม่ ๆ
3. ส่งเสริมนักเรียนให้ทำการทดลองและสาธิต
4. กำหนดงานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ให้ทำที่บ้าน
5. ส่งเสริมโครงงาน หรือวิจัยที่มีการสร้างสรรค์
6. ให้นักเรียนแสดงผลงาน
7. ส่งเสริมการเขียนเพื่อการสืบเสาะความรู้
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
9. ให้อุจกนำความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในคนมาใช้ให้เกิดประโยชน์
10. ให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม และความรับผิดชอบในการเลือกหัวข้อที่จะศึกษา
11. ส่งเสริมการทำงานสร้างสรรค์ด้วยตนเองมากกว่าการทำงานเป็นทีม
12. ส่งเสริมการผลิต หรือการปรับปรุงอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
13. นำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนคนอื่นมาแสดงในห้องเรียน
14. ส่งเสริมการแสดงออกทางการสร้างสรรค์ เช่น การทดลอง โครงงาน ศิลปะ การเขียน เป็นต้น
15. ส่งเสริมการสืบเสาะ การค้นพบ และการประดิษฐ์
16. ให้อเวลาในการสาธิต

พิลท์ และ ซันด์ (Piltz and Sund. 1974 : 220 - 221) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตร วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่ในนักเรียนทุกคน แต่มีการแสดงออกที่ต่างกัน นักเรียนควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตอบสนองในทางสร้างสรรค์

2. ควรจัดกิจกรรมสืบเสาะ ซึ่งประกอบไปด้วยจินตนาการ การริเริ่ม การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรควรมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มาก ๆ เพราะจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ครูควรเตรียมอุปกรณ์การสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้ปัญหาและจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้อุปกรณ์การสอนช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและประสบผลสำเร็จในการศึกษา

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้ดัดแปลงและออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ ครูควรรู้จักดัดแปลง และปรับปรุงหลักสูตรโดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ ควรสนใจปรับปรุงหลักสูตรให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

5. ครูสามารถนำการสอนเป็นทีม (Team Teaching) มาใช้ในการเรียนการสอน การประเมินผลและการออกแบบอุปกรณ์การสอน การสอนวิธีนี้มีประโยชน์เพราะครูหลายคนสามารถช่วยกันผลิตอุปกรณ์การสอน

ส่วนสมจิต สมิตถพันธ์ (2522 : 62) ได้กล่าวถึง เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเป็นตัวเองอย่างสมบูรณ์ในการแก้ปัญหา
 2. ครูต้องรู้ว่าอะไรคือความคิดสร้างสรรค์ ภาพใดที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
 3. ครูต้องส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อความคิดสร้างสรรค์
 4. ครูต้องอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการแก้ปัญหา
- นิพนธ์ จิตภักดี (2523 : 18 - 19) ได้ให้คำแนะนำสำหรับครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนี้

1. ยกย่องชมเชยและยอมรับผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. สนับสนุนความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน
3. สนับสนุนการสาธิตและการทดลองของนักเรียน
4. มอบหมายงานสร้างสรรค์ให้นักเรียนไปทำที่บ้าน
5. สนับสนุนโครงงาน หรืองานวิจัยที่ต้องการภาวะสร้างสรรค์
6. อย่ารีบเร่งให้นักเรียนทำงานสร้างสรรค์จนเกินไป เพราะการสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลา

7. สนับสนุนให้นักเรียนได้กระทำตามแนวความคิดใหม่ ๆ
 8. ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองในการทำงานสร้างสรรค์
 9. อย่าเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม หรือเป็นหมู่คณะจนเกินไป เพราะภาวะสร้างสรรค์มักจะเกิดการทำงานตามลำพัง
 10. สนับสนุนและให้กำลังใจนักเรียนในการสร้างสรรค์เสมอ
 11. ควรนำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนมาแสดงให้ปรากฏแก่เพื่อน ๆ ในชั้นเรียน หรือบางโอกาสน่าจะนำมาจัดแสดงหรือจัดนิทรรศการ
 12. สนับสนุนการแสดงออกทางสร้างสรรค์ที่แตกต่างจากผู้อื่น เช่น การทดลอง การประดิษฐ์ งานศิลปะ การประพันธ์ การเขียนเรียงความ เป็นต้น
- สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 62 - 63) ได้เสนอแนะไว้ว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนนั้น ควรจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้
1. เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้มีความยืดหยุ่น
 2. วางแผนการทดลองระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ต่าง ๆ ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นค้นหากิจกรรมที่เหมาะสม
 3. วิธีสอนควรเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ การทดลองเป็นแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน
 4. เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง มากกว่าจะจดจำเนื้อหา
 5. ให้คุณค่าในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มากกว่าที่จะดูผลงานที่สำเร็จรูปแล้ว นั่นคือควรพิจารณาที่กระบวนการคิด
- นอกจากนี้ สมจิต สวชนไพบุลย์ (2527 : 30 - 34) ได้สรุปวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้
1. จัดสถานการณ์ยั่วยุ ลักษณะของสถานการณ์ยั่วยุอาจประกอบด้วย ข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาทต่าง ๆ ฯลฯ
- การใช้สถานการณ์ยั่วยุนั้น อาจเริ่มการระบุปัญหาไว้ในสถานการณ์ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาต่อเมื่อนักเรียนมีความคิดขั้นสูงขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นมีแต่สถานการณ์ไม่ระบุปัญหา และไม่บอกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ต้องให้เวลาแก่นักเรียนพอสมควรเพราะนักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยอยู่กับการที่ครูมีส่วนช่วยเหลืออยู่มาก หากเร่งรัดหรือให้นักเรียนคิดขั้นสูง

ในขณะที่นักเรียนไม่พร้อม ก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคของการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างที่ครูมักจะพบปัญหาอยู่เสมอ เช่น เมื่อครูสร้างสถานการณ์โดยการให้นักเรียนสังเกตรูปภาพนั้นบ้าง นักเรียนเป็นจำนวนไม่น้อยจะไม่สามารถตั้งคำถามได้ทันทีทันใด อาจต้องให้เวลาหรือปล่อยให้เด็กคิด บางคนอาจต้องให้เวลานานจึงจะตั้งคำถามได้ อย่างไรก็ตามการฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาหลายแง่หลายมุม เป็นการฝึกที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดแบบอเนกนัย หรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ลักษณะคำถามในสถานการณ์ย่อมควรมีลักษณะต่อไปนี้

1. เป็นคำถามนำไปสู่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 ถามเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับปัญหา

การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง

1.2 ถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามให้สังเกต

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล เป็นต้น

1.3 ถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถามเกี่ยวกับลักษณะ

ของนักวิทยาศาสตร์ที่ครูเล่าให้ฟัง เกี่ยวกับผลงานของผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบ เกี่ยวกับผลการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฯลฯ

1.4 ถามให้คิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และถามให้ประเมินผล

(Evaluation Question) ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ คำถามแบบอเนกนัย ได้แก่ คำถามให้ตั้งสมมติฐาน ลงความคิดเห็น ออกแบบการทดลอง พยากรณ์ เป็นต้น และคำถามแบบประเมินผล ได้แก่ คำถามให้แสดงความคิดเห็น ตัดสินใจ แสดงความรู้สึก ถามเกี่ยวกับค่านิยม จะเห็นได้ว่าคำถามแบบอเนกนัยก็ดี คำถามแบบประเมินค่าก็ดี ต่างก็เป็นคำถามที่สอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

2. จัดกิจกรรมระดมพลังสมอง (Brain Storming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องคำนึงว่า ความคิดนั้น จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด หาคำตอบมาก ๆ ในเวลาจำกัดและเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process) จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง คือ

2.1 เพื่อให้เกิดความคิดหลายแง่มุมหลังไหลจากสมาชิกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

2.2 เพื่อส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่มีข้อแม้ใด ๆ ยอมรับความคิดที่เสนอแนะ สนับสนุนความคิดแปลกใหม่ ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดใด ๆ ไม่ว่าความคิดนั้นจะดีหรือไม่

2.3 เพื่อส่งเสริมอิสระทางความคิดเชิงปฏิบัติของสมาชิกเป็นรายบุคคล ซึ่งบุคคลแต่ละคนย่อมมีแนวคิดของตนเอง แนวคิดอิสระนี้จะพัฒนาไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

2.4 เพื่อจัดความยากลำบากของการแก้ปัญหาให้น้อยลง

2.5 เพื่อให้ได้แนวทางของการแก้ปัญหาร่วมกัน สมาชิกทุกคนมีโอกาสร่วมอภิปราย ร่วมฟังแนวความคิดของสมาชิกซึ่งกันและกัน โดยสามารถนำความคิดทั้งหมดที่หลังไหลออกมานั้น มาพิจารณาร่วมกันอีกครั้งหรือหลายครั้งก็ได้ แล้วพิจารณาตัดสินว่าความคิดใดควรเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3. การจัดกิจกรรมให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหาให้ กำหนดอุปกรณ์ให้แล้วนำไปวางแผนการทดลอง พิสูจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรืออาจจะกำหนดข้อความให้แล้ว นักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบในการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำได้โดยใช้ กราฟ ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น

4. จัดกิจกรรมแบบให้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้จะเป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมแบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถแห่งตน ฝึกความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความงอกงามทางสติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบฝึกให้เป็นรายบุคคล คือ

1. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดค้นด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล

2. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ด้านความรู้สึก เกิดความพึงพอใจ เกิดความรู้สึกชื่นชมต่อผลงานของตน

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความ รับผิดชอบกล้าแสดงออก มีนิสัยช่างสืบเสาะหาความรู้ รู้จักปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบค้นพบ จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพราะการสอนแบบนี้ทำให้นักเรียนต้องฝึกการตั้งสมมติฐาน คาดการณ์ ทำการแก้ปัญหา ล้วนแล้วแต่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และแบบค้นพบโดยที่ครูไม่แนะแนวเลย ย่อมส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูแนะแนวทาง (ภพ เลานไพบูลย์. 2537 : 188 - 190)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูผู้สอนต้องจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้เหมาะสม ไม่สกัดกั้นความคิดของนักเรียน พยายามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยให้อิทธิพลแสดงความคิด การกระทำและมีอิสระที่จะหาประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

✓ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้หลายวิธีเช่นเดียวกับความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น ๆ แต่วิธีการที่นิยมนำมาใช้กันมาก ก็คือ การใช้แบบทดสอบ ดังที่ อารี รังสินันท์ (2532 ก : 167) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งอาจใช้ควบคู่กับแบบสำรวจพฤติกรรมหรือแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์จะดำเนินการสร้างขึ้นจากผลการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเนื้อหาแบบทดสอบมีทั้งภาษาและรูปภาพที่ใช้เป็นสื่อเพื่อเร้าให้นักเรียนได้แสดงออกในเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากและเป็นการเริ่มต้นให้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (อารี รังสินันท์. 2532 ก : 173)

ดังนั้น การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ จึงได้เกิดขึ้น แต่การวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นเรื่องยาก ดังที่ ทอแรนซ์ (ทัศนีย์ พฤษชลธาร. 2517 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือการตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

นอกเหนือจากลำดับการคิดอย่างปกติ สามารถคิดได้หลายแง่มุมผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้น ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ได้สิ่งประดิษฐ์โดยปรับปรุงมาจากขั้นที่ 3
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูงหรือการค้นพบ

หลักการ หรือทฤษฎี

ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพิจารณาผลผลิตของความคิด มากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ซึ่งผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ สำหรับ ประเทศไทยมีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สร้างโดย ทศนีย์ พฤกษชลธาร (2517) ซึ่งอาศัยแนวคิดจาก แบบทดสอบของ Torrance แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

1.1 “สมมติว่า” เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า มีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากสถานการณ์นั้นบ้าง โดยตั้งคำถามว่า สมมติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้นอะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

1.2 “ทิ้งไข่” เป็นการกำหนดปัญหาให้ แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง ลงจากตึกสามชั้น โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นดิน ไข่ยังไม่แตก นักเรียนใช้อุปกรณ์ใด ๆ มาช่วยก็ได้

1.3 “ปลาทอง” กำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บพิการหรือตาย

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พุกฤษชลธาร นี้ มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.748 โดยมีค่าความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด 0.826 ค่าความคิดยืดหยุ่น 0.517 และค่าความคิดริเริ่ม 0.294 ข้อสอบมีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 10 ใน 12 ท่าน ที่เห็นว่าสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ พงษ์ชัย พัฒนผลไพบูลย์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.281 มีอำนาจจำแนกแต่ละข้อที่นัยสำคัญ .001 โดยแต่ละข้อ มีอำนาจจำแนกดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 5.262 ข้อ 2 เท่ากับ 7.265 และข้อ 3 เท่ากับ 8.106

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี สร้างโดย สุมาลี กาญจนชาติศรี (2525) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากชั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance มี 3 ข้อ ดังนี้

2.1 “การใช้ประโยชน์” กำหนดที่ดินให้เป็นรูปภาพ แล้วให้นักเรียนคิดว่า จะใช้ประโยชน์จากที่ดินนี้ได้อย่างไรบ้าง โดยให้พยายามคิดเรื่องการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ในช่องว่างที่กำหนดให้

2.2 “นักประดิษฐ์” กำหนดวัสดุที่ใช้แล้วมาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่นำไปใช้ด้านต่าง ๆ เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยพยายามคิดเครื่องมือ หรือของใช้ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

2.3 “นักค้นคว้า” กำหนดสถานการณ์ว่า นักพฤกษศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่ง แต่ในสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พืชชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกต่างกันด้วย นักพฤกษศาสตร์ท่านนั้นได้นำดินกล้างิ้ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ดของต้นไม้ชนิดนี้อย่างละ 10 กิโลกรัม แล้วให้นักเรียนคิดวิธีทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยให้พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีการทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์สารเคมี หรือเครื่องมืออื่น ๆ ด้วยก็ได้

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติศรี นี้ มีค่าความเชื่อมั่น 0.5599 โดยมีค่าความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด เป็น 0.5588 ความคิดยืดหยุ่น เป็น 0.5589 และความคิดริเริ่ม เป็น 0.4917 มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 14 ท่าน ร้อยละ 100 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ

ทัศนีย์ พุฒิชัยชลาธาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.4706 และมีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยอำนาจจำแนกรายข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 40.20 ข้อ 2 เท่ากับ 23.93 และข้อ 3 เท่ากับ 20.62

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 สร้างโดย ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527) ซึ่งอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

3.1 “นักนิมไฟร” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมในป่าเกิดหลงทาง ในป่าเป็นเวลานาน รู้สึกกระหายน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะได้ดื่มน้ำ แก้กระหาย

3.2 “นักพยากรณ์” ตั้งคำถามว่า ถ้าปริมาณของออกซิเจนบนผิวโลกลดลง เหลือครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิตบนโลกอย่างไร

3.3 “นักเทคโนโลยี” ตั้งคำถามว่า มนุษย์ได้ใช้พลังงานมาเป็นเวลานานประกอบกับ ประชากรของโลกเพิ่มขึ้น ทำให้เราประสบปัญหาเรื่องพลังงานอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะมี วิธีการใดดัดแปลงหรือใช้สิ่งอื่นใดได้บ้างเพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้

3.4 “นักทดลอง” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนได้รับวัตถุแข็งมาชิ้นหนึ่งโดยไม่ทราบว่าเป็นอะไร นักเรียนคิดว่าจะนำวัตถุชิ้นนี้มาศึกษาหรือทดลองอย่างไรบ้าง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ นี้ มีความเชื่อมั่น 0.6923 โดยมีค่าความเชื่อมั่น ด้านความคล่องในการคิด เป็น 0.7091 ความคิดยืดหยุ่น เป็น 0.5643 และความคิดริเริ่มเป็น 0.4703 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เป็น 33.5119 โดยมีอำนาจจำแนกแต่ละข้อ ดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 16.2914 ข้อ 2 เท่ากับ 17.3387 ข้อ 3 เท่ากับ 16.9398 และข้อ 4 เท่ากับ 12.7306

4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นสร้างโดย อุดร จันทรสร้าง (2527) ซึ่งอาศัยแนวการสร้างตามแบบของ Torrance มี 3 ข้อ ดังนี้

4.1 “สมมติว่า” สมมติเหตุการณ์อย่างหนึ่งให้นักเรียนคาดคะเนว่าจะมีผลต่อสิ่ง มีชีวิตอย่างไรบ้างถ้าเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริง ๆ โดยตั้งคำถามว่า สมมติอุณหภูมิเฉลี่ย ในประเทศไทยลดลงเหลือ 2 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต อย่างไร

4.2 “การใช้ประโยชน์” กำหนดพิชชนิตหนึ่งให้นักเรียนบอกประโยชน์ของพืชนั้น โดยตั้งคำถามว่า ในฐานะนักเรียนอยู่ในจังหวัดที่มีต้นยางพาราอยู่มาก นักเรียนคิดว่า เราจะสามารถใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของต้นยางพาราหรือประโยชน์อื่น ๆ จากต้นยางพารา

4.3 “ดัดแปลงเพิ่มเติม” กำหนดยานพาหนะชนิดหนึ่ง ให้นักเรียนคิดดัดแปลงและคิดหาอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม โดยตั้งคำถามจากภาพวาดรูปเรือว่า จากภาพเรือลำนี้เจ้าของเรือได้มอบหมายให้นายช่างต่อเรือคิดดัดแปลงลักษณะหรือเพิ่มเติมส่วนประกอบของเรืออย่างไรก็ได้ที่ทันสมัย โดยไม่ต้องกังวลเรื่องราคา ในการดัดแปลง หรือเพิ่มเติมจะใช้อุปกรณ์ใดมาเพิ่มเติมก็ได้

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ อุดร จันทรสร้าง นี้ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.5923 โดยมีค่าความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิด เท่ากับ 0.5923 ความคิดยืดหยุ่น เท่ากับ 0.5547 และความริเริ่ม เท่ากับ 0.4968 และมีอำนาจจำแนกทั้งฉบับ เท่ากับ 40.36 โดยมีอำนาจจำแนกเป็นรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 12.86 ข้อ 2 เท่ากับ 19.79 และข้อ 3 เท่ากับ 17.42

5. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างโดย ชูจิต ตันอรธนาวิน (2527) ซึ่งศึกษาแนวการสร้างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

5.1 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่มีเหมือนกันระหว่างเกลือกกับน้ำตาลมาให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้

5.2 ในเวลากลางคืน ถ้าคนบนโลกไม่เห็นดวงจันทร์เลย นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง

5.3 ถ้านักเรียนจับแมลงวันได้ตัวหนึ่ง นักเรียนจะนำแมลงวันตัวนั้นไปทำการทดลองในเรื่องใดได้บ้าง อธิบายการทดลองมาด้วย

5.4 นักเรียนคิดว่าในอีก 100 ปีข้างหน้า มนุษย์จะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปคิดประดิษฐ์เครื่องมือใช้อะไรได้บ้าง จงบอกรายละเอียดเครื่องมือที่นั่นเท่าที่จะทำได้

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชูจิต ดันอรธนาวิน นี้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.644 มีความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทศนีย์ พงกษชลธาร โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.572 มีอำนาจจำแนกที่ระดับนัยสำคัญ .01 ทุกข้อ และมีอำนาจจำแนกรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 5.351 ข้อ 2 เท่ากับ 4.694 ข้อ 3 เท่ากับ 5.128 และข้อ 4 เท่ากับ 5.030

6. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ของ สุภาณี ลีละวัฒนากุล (2531) ซึ่งศึกษาแนวการสร้าง จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาติรี ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

6.1 “นักคิดค้น” ตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่จะทราบความสูง ของตึกเรียน (ให้อุปกรณ์อื่นช่วยได้)

6.2 “นักทดลอง” ตั้งคำถามว่า ถ้านักเรียนเป็นนักทดลองและคิดว่าสามารถ ที่จะนำอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา (ซึ่งประกอบด้วยก๊าซชนิดต่าง ๆ) ไปใช้ประโยชน์ทางด้าน วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม เทคโนโลยี และอื่น ๆ นักเรียนจะนำเอาอากาศไปทดลองเกี่ยวกับ เรื่องอะไรได้บ้าง พร้อมทั้งออกแบบการทดลองที่คิดว่าเป็นไปได้ อย่างมีเหตุผล

6.3 “สมมติว่า” ตั้งคำถามว่า ถ้าอุณหภูมิของโลกสูงเป็น 2 เท่าของอุณหภูมิ ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จะมีสาเหตุมาจากอะไร แล้วมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบนโลก เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุภาณี ลีละวัฒนากุล นี้ ไม่ได้หาค่าอำนาจจำแนกมีแต่ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.6088

7. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ชชาติชัย วิโรจนะ (2531) เป็นแบบทดสอบ ที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

7.1 “สมมติว่า” เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น สมมติว่า เกิดขึ้น ให้นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์นี้เป็นจริง แล้วให้พิจารณาว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้างเนื่องจาก เหตุการณ์นั้น ให้พยายามคาดคะเนโดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เหตุการณ์ ที่สมมติขึ้นมามีว่า “ถ้าในระบบสุริยจักรวาลมีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอีก 1 ดวง ซึ่งเปลี่ยนมาจาก ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยจักรวาล นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง มันจะทำให้โลกและ ชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง”

7.2 “ออกแบบการทดลอง” โดยกำหนดสถานการณ์ว่า “นักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติกอยู่ 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง และมีวิธีการทดลองอย่างไร” จงอธิบายให้เข้าใจ

7.3 “การตั้งคำถาม” โดยกำหนดรูปภาพให้ จากภาพให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพให้มากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นและเป็นคำตอบของคำถาม (คำถามใดไม่สามารถคาดคะเนคำตอบได้ถือว่าคำถามนั้นไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ)

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ซาติชัย วิโรจนะ นี้ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.53 และไม่ได้หาอำนาจจำแนก

8. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุชีพ ตรีประเคน (2532) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

8.1 กำหนดภาพให้ดังนี้ ลูกเหล็กเมื่อโยนลงน้ำจะจมทันที นักเรียนมีวิธีการใดบ้างที่ทำให้ลูกเหล็กนี้ลอยน้ำ หรืออาจจะจมแต่ไม่ถึงพื้นล่างได้ ให้นักเรียนคิดหาวิธีการให้มากที่สุด

8.2 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่ทำให้รถไม้คันนี้แล่นช้ากว่าเดิม คือใช้เวลาในการแล่นมากขึ้น โดยปกติแล้วรถคันนี้แล่นบนพื้นเอียงที่เป็นพื้นไม้อัดนี้จากข้างบนลงสู่ข้างล่างใช้เวลา 1 วินาที ซึ่งนับว่าเร็วมาก ให้นักเรียนคิดหาวิธีให้ได้มากที่สุด

8.3 กำหนดภาพให้แล้วตั้งคำถามว่า ต้องออกไปเล่นปิงปองที่สนามหน้าบ้านกับเพื่อน ๆ ต้องตีลูกปิงปองเลยกระเด็นไปหล่นลงในหลุมที่น้องชายขุดไว้ หลุมนั้นทั้งลึกและลึก แล้วยังโค้งเสียอีก ต้องยื่นมือลงไปสุดแขนก็เพ็งถึงครึ่งทางเอง ให้นักเรียนหาทางเอาลูกปิงปองออกจากหลุมให้ได้ โดยพยายามคิดหาแนวทางต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด

8.4 ตั้งคำถามว่า ถ้าน้ำท่วมโดยท่วมถึงเอว จะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นบ้างให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นมาให้มากที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบในแต่ละเหตุการณ์ที่คาดคะเน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุชีพ ตรีประเคน นี้ มีความตรงเฉพาะหน้าจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ร้อยละ 100 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.775 ไม่มีการหาค่าอำนาจจำแนก

9. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีผกา เจริญยศ (2533) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ข้อ ดังนี้

9.1 “การใช้ประโยชน์” โดยกำหนดรูปภาพกองขยะให้ มีชื่อเรียกว่า “กองขยะใกล้บ้าน” และมีคำชี้แจงว่า จากภาพ ถ้าบ้านนักเรียนอยู่ในสภาพเช่นนี้ และนักเรียนเป็นผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์มาแล้ว นักเรียนสามารถนำขยะนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของขยะมาให้มากที่สุด

9.2 “สมมติว่า” โดยมีข้อความว่า “น้ำเป็นตัวทำละลายสารต่าง ๆ ได้ดี ถ้า น้ำไม่สามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ จะเกิดปรากฏการณ์อะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิต” จากข้อความนี้ ให้นักเรียนเขียนคำตอบมาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ พร้อมด้วยเหตุผลประกอบ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ศรีผกา เจริญยศ นี้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.57 โดยมีค่าความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิดเท่ากับ 0.61 ความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 0.57 และความคิดริเริ่มเท่ากับ 0.55 แบบวัดนี้ไม่มีการหาความตรง เฉพาะหน้าและอำนาจจำแนก

10. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ เฉลียว ผดุงวงศ์ (2537) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยอาศัยแนวคิดของ Torrance ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

10.1 ถ้าโลกของเราว่างตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 7 วัน และมีคน 24 ชั่วโมงต่อเนื่องอีก 7 วัน สลับกันเช่นนี้เรื่อยไปจะมีเหตุการณ์แปลก ๆ อะไรเกิดขึ้นในโลกของเราบ้าง ตอบมาให้มากที่สุด

10.2 ให้นักเรียนบอกวิธีที่จะทำให้ทราบน้ำหนักของช้างโดยไม่ต้องใช้ตาชั่งมาให้มากที่สุด

10.3 ในปัจจุบันผู้คนประสบปัญหา “การขาดแคลนน้ำ” เพื่อการบริโภค และใช้สอย ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้เรื่องน้ำเป็นอย่างดี จะมีวิธีป้องกัน และแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ให้บอกในสิ่งที่แปลก ๆ และบอกมาให้มากที่สุด

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ เฉลียว ผดุงวงศ์ นี้ มีค่าความเชื่อมั่น ความคิดคล่องเท่ากับ 0.69 ความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 0.72 ความคิดริเริ่มเท่ากับ 0.86 และไม่ได้หาค่าอำนาจจำแนก

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สร้างตามแนวความคิดของ Torrance ซึ่งมีลักษณะข้อสอบเป็นแบบเขียนคำตอบของคำถามในแต่ละข้อให้มากที่สุด โดยแต่ละชุดของข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์ให้แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาลักษณะของคำถามจากแบบวัดในแต่ละชุดจะเห็นว่า ส่วนใหญ่จะใช้ธรรมชาติแวดล้อมที่นักเรียนรู้จักดีเป็นสิ่งที่ให้นักเรียนใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบคำถามให้มากที่สุดในเวลาจำกัด การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะพิจารณาตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน นั่นคือ คำตอบของนักเรียน 1 คำตอบ อาจจะได้คะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบแต่ละชุด เมื่อรวมคะแนนทุกองค์ประกอบของทุกคำตอบ ก็จะเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤษชลธาร สุมาลี กาญจนชาติรี และชาติชัย วิโรจนะ มาใช้ปรับปรุงเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่หลายเรื่องซึ่งแตกต่างกันไป ดังผลงานวิจัยของ มาฮาน (Mahan, 1963 : 1097 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้วิธีสอน 2 วิธี คือการสอนโดยการแก้ปัญหา (Problem - Solving) กับการบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture - Discussion) ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะคิด ความสนใจ และการปรับตัว ผลงานวิจัยพบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา จะสร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะนักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ
3. การสอนโดยการแก้ปัญหาจะสร้างความสนใจได้ดีเยี่ยม
4. การสอนโดยการแก้ปัญหา จะสร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำเป็นอย่างดี
5. การสอนโดยการแก้ปัญหา สร้างความงอกงามทางด้านการปรับตัวและทัศนคติแก่นักเรียนทั้งสองเพศ

6. นักเรียนมีความงอกงามทางด้านความรู้ ทักษะด้านแก้ปัญหา และความสนใจด้านวิทยาศาสตร์เกินกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชาย

ส่วนจอห์น (Johns. 1966 : 994 - 995 - A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จากการวิธีสอน 2 วิธี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 56 คน ชาย 27 คน หญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียน และความสามารถในการอ่านพอ ๆ กัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลอง และการทำการบ้านตามครูกำหนด กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงเอกสารที่ครูแจกให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติ อันจะก่อให้เกิดความรู้ข้อเท็จจริง และมีโน้มน้าวด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองทางด้านเนื้อหา และรัลเชลล์ (Russell. 1979 : 1386 - 1387 - A) ได้ศึกษาผลการสอนแบบแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถด้านการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ในวิชาธรณีวิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับการค้นคว้า การแก้ปัญหา การอภิปรายและทำการทดลองที่เน้นการนำไปใช้และการวิเคราะห์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยให้ค้นคว้า อภิปรายและทำการทดลองตามที่ระบุไว้ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้และความรู้ - ความจำ และพบว่าคำถามของครูมีผลโดยตรงกับความรู้อีกด้านการนำไปใช้ ผลงานวิจัยของ น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2521 : 77) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ พยงค์ แสงเดช (2525 : 71) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับศูนย์การเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่เรียนแบบศูนย์การเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของธวัช ทวยภา (2531 : 67) ได้ศึกษาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแนวคิด

ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มการนำความรู้ไปใช้มีการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมากกว่านักเรียนในกลุ่มความรู้ - ความจำ นักเรียนในกลุ่มการนำความรู้ไปใช้ และกลุ่มการคิดค้นคว้าหาคำตอบมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มความรู้ - ความจำ สอดคล้องกับงานวิจัยของอภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 82) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

จากงานวิจัยดังกล่าวพอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาจัดเป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบมีขั้นตอน การแก้ปัญหาจะประสบผลสำเร็จได้ ก็เนื่องมาจากการฝึกอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา และปฏิบัติ การแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนการสอนโดยการใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหายอย่างมีระบบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลทางด้านการคิดให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึก

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับชุดฝึกต่าง ๆ ซึ่งจะได้ผลการวิจัยที่แตกต่างกันดังนี้

จากงานวิจัยของ อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธรรม อ่อนคำ (2534 : 60) ที่ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ สำราญ ขวนวัน (2534 : บทคัดย่อ)

ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 ที่มีต่อความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแผนปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลีพร เตชะศิริกุล (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศิลาจารย์พัฒน์ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีตัดสินใจ กลุ่มควบคุม 50 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535 : 116) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อม และสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรา จิตรเพชร (2537 : 95) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวของสสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามแนวของสสวท. และจากงานวิจัยของ อุษา คำประกอบ (2530 : 99) ที่ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองและเรียนตามคู่มือครูสูงขึ้น แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหมอ “พัฒนานุกูล” อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นชุดกิจกรรม ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดการสอนหรือชุดฝึกสามารถทำให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ มีทั้งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่าง และ ไม่แตกต่างกัน จากงานวิจัยของ ยัง (Younge, 1970 : 53) ได้ทำการศึกษาการใช้รูปแบบ การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวัง และเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายาม หาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ได้ใช้ ความคิด แบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกันโดยทดลอง 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยสอบก่อนและหลัง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัย ของ เดวิส (Davis, 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบแนะแนวทางกับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา
จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบ
ซึ่งแนะแนวทางกลุ่มควบคุม 53 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดสอบ
พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ และจากงานวิจัยของ หอมนวล ใจซื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง
เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม
30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.01 และ .05 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุษยาณี ปุชิตากร (2533 : บทคัดย่อ)
ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส
กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2533 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอน
โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง กลุ่มควบคุม 50 คน ได้รับ
การสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เห็นได้ว่า ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางความรู้ ความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้น
ครูผู้สอนควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ มีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่าง และไม่แตกต่างกัน จะเห็นได้จากผลการวิจัยของ ฟินิคส์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียนและการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยนักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องภาษา ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ พบว่ากลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ก่อศักดิ์ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และชั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยเน้นคำถามทักษะชั้นบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เน้นคำถามทักษะขั้นพื้นฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่าง และสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา กิจโร (2529 : 74 - 75) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสี่ยม วิไลวัฒน์ (2527 : 73) และประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา แสงไชย (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมการทดลอง แบบกำหนดแนวทางกับไม่กำหนดแนวทาง ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ทำกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ด้านความคิดริเริ่มกับความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดคล่องไม่แตกต่างกับก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทุกองค์ประกอบของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พิจารณาด้านความคิดยืดหยุ่นกับความคิดริเริ่ม พบว่าไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดคล่องแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิง จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2533 จำนวน 80 คน กลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 40 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยของ วรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบฝึกให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการประเมิน และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิง และนักเรียนชายภายหลังการฝึก พบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินทุกครั้ง และไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกันและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิง และนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยงยุทธ สายคง (2527 : 64) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง และแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลการเปรียบเทียบพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรทิน นาราภิรมย์ (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 200 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ - ความจำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง เลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ - ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ใช้ในด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่าด้านการนำไปใช้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ เลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ - ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ใช้ด้านการนำไปใช้มากกว่าด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานด้วยชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนตามคู่มือครู แต่เมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานด้วยชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ด้วยรูปภาพ และแผนภูมิแล้ว พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนา สังวรกิจ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และถ้าพิจารณาองค์ประกอบ ด้านความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดยืดหยุ่นนั้นไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฤดี ประสพศักดิ์ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการสอนโดยแบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครูของสสวท.

ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยฝึกการมองเห็น ปัญหากับการสอนโดยการอธิบายปัญหาตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน และจากงานวิจัยของ สุภาณี ลีละวัฒนากุล (2531 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดอุปนัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 51 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 26 คน และ กลุ่มที่ทำแบบการคิดแบบอุปนัย จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิด แบบนิรนัยกับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนา ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง การฝึกคิดแบบนิรนัย การคิดแบบ อุปนัย การฝึกคิดแบบระดมพลังสมอง การใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ การทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ในการวิจัย ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสื่อการสอนประเภทนวัตกรรม ชนิดหนึ่ง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก กิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก กิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 348 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวนห้องเรียน 2 ห้องเรียน จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มจำนวนนักเรียนห้องละ 35 คนอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 101 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการทดลองสัปดาห์ละ 3 คาบ โดยผู้วิจัยทำการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536 : 216) มีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C แทน กลุ่มควบคุม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- T₁ แทน การสอบก่อนการเรียนรู้
- T₂ แทน การสอบหลังการเรียนรู้
- X แทน การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- แทน การสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการสอน ประกอบด้วย
 - 1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบ ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับ แนวความคิดต่อเนื่องและรอบข่ายเนื้อหา จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และความคิดรวบยอด จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อนำเพื่อชีวิต ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

2.1 น้ำสำคัญต่อชีวิตอย่างไร

2.2 แหล่งน้ำ

2.3 วัฏจักรของน้ำ

2.4 สมบัติบางประการของน้ำ

2.5 การทำน้ำให้สะอาด

2.6 การทำน้ำประปา

2.7 น้ำเสีย

2.8 มาช่วยกันสร้างแหล่งน้ำให้สะอาดกันเถอะ

และวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาทั้งหมด ได้ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ คือ

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของกิจกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละเนื้อหาของแต่ละเนื้อหาสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. สร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แผน คือ แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ แผนการสอนตามคู่มือครู จำนวน 16 คาบ แต่ละแผนการสอนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 5.1 หัวข้อเรื่อง
- 5.2 ความคิดรวบยอด
- 5.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม
- 5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 แผน ดำเนินกิจกรรมแตกต่างกันดังนี้

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	การสอนตามคู่มือครู
ขั้นระบุปัญหา	ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสถานการณ์นั้นอาจเป็นข้อความ รูปภาพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนเลือกปัญหาจากคำถาม โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา ในหนังสือเรียน 2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 3. ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติการทดลอง

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	การสอนตามคู่มือครู
<u>ขั้นตั้งสมมติฐาน</u> 1. นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก 2. นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาให้สัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับปัญหา ที่เลือก	
<u>ขั้นทดลอง</u> 1. นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากชุดอุปกรณ์ที่กำหนดให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ 3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	<u>ขั้นทดลอง</u> 1. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามขั้นตอนตามหนังสือเรียน พร้อมทั้งบันทึกผล
<u>ขั้นสรุปผลการทดลอง</u> 1. นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้และสรุปผลการทดลอง ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	<u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเป็นแนวทางในการสรุปเป็นความรู้ใหม่

การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	การสอนตามคู่มือครู
2. นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน 3. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมในหนังสือเรียน

5.5 สื่อการเรียนการสอน

5.6 การวัดผลประเมินผล

6. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนทั้ง 2 แผน ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โดยดำเนินการดังต่อไปนี้ -

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อยจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7.2 ทดลองสอนทั้งห้องจำนวน 35 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน เพื่อปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากตำรา เอกสาร แล้วกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดขั้นตอนของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 232 - 234) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ครั้งนี้จากคู่มือครูและหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 101 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2533)

4. สร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจากหลักการสร้างชุดฝึกของบัตส์ (Butts. 1974 : 85) ขั้นตอนการฝึกด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของ เอ็ดเวิร์ดและเบอริโนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53) และรูปแบบของชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ ดีวิตโตและครอกโคเวอร์ (Devito and Krockover. 1976 : 388) สร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่องน้ำได้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

ชุดที่ 2 เรื่องสมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ)

ชุดที่ 3 เรื่องสมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำ)

ชุดที่ 4 เรื่องสมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง)

ชุดที่ 5 เรื่องสมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร)

ชุดที่ 6 เรื่องการทำน้ำให้สะอาด

โดยมีขั้นตอนการสร้างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหา ดังนี้

4.1 เขียนโครงร่างของชุดฝึก

4.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

4.3 กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมของชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.4 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นการบรรยาย หรือการทดลองในชุดฝึกกิจกรรม

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.5 เขียนปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

4.6 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

- นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์นั้น อาจจะเป็นข้อความ รูปภาพทางวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างประกอบกัน ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามลงในชุดฝึก กิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนเลือกปัญหาจากคำถาม โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ ที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เลือก

- นักเรียนเลือกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา เขียนเป็นสมมติฐาน ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และ ปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

- นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบ การบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้สอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ออกแบบไว้
- นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

- นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- นักเรียนตอบคำถามในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6. นำชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

7.1 ทดลองสอนกับนักเรียนในกลุ่มย่อยจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7.2 ทดลองสอนทั้งห้องจำนวน 35 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน เพื่อปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้ทดลองจริงดังต่อไปนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต จากคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ - ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนครั้งนี้ มีจำนวน 13 จุดประสงค์ ดังนี้

2.1 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำในดิน ระดับน้ำในดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล วัฏจักรของน้ำ จุดเดือด จุดหลอมเหลว จุดเยือกแข็ง น้ำอ่อน น้ำกระด้างถาวร น้ำกระด้างชั่วคราว น้ำเสีย

2.2 อธิบายความสำคัญของป่าไม้ และตระหนักถึงคุณค่าของป่าไม้ที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำในธรรมชาติได้

2.3 อธิบายความสำคัญของน้ำที่มีต่อการดำรงชีวิตในด้านต่าง ๆ ได้

2.4 อธิบายความสำคัญของแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างแหล่งน้ำที่สำคัญได้

2.5 อธิบายและตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก ๆ ได้

2.6 อธิบายและแปลความหมายจากข้อมูล และกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะได้

2.7 นำความรู้เกี่ยวกับน้ำกระด้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.8 อธิบายหลักการตกตะกอน การกรอง และการกลั่น ตลอดจนนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.9 ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการแยกสารเจือปนในน้ำโดยวิธีต่าง ๆ ได้

2.10 อธิบายถึงการเกิดน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน จากการอุตสาหกรรม และจากการเกษตร ตลอดจนบอกวิธีป้องกันเบื้องต้นได้

2.11 ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำ ตลอดจนใช้น้ำอย่างประหยัด

2.12 มีจิตสำนึกและแสดงความรับผิดชอบต่อการรักษาแหล่งน้ำให้มีสภาพดีได้

2.13 ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น หาวิธีทดลอง และดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 100 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ - ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 3.1 ด้านความรู้ - ความจำ จำนวน 24 ข้อ
- 3.2 ด้านความเข้าใจ จำนวน 28 ข้อ
- 3.3 ด้านการนำไปใช้ จำนวน 28 ข้อ
- 3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

5. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องน้ำเพื่อชีวิตมาแล้ว จำนวน 100 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ตามตารางวิเคราะห์ ของจุง เทห์ ฟาน

7.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากระหว่าง 0.21 - 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.22 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ โดยแบ่งเป็น ด้านความรู้ - ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 7.2.1 ด้านความรู้ - ความจำ จำนวน 12 ข้อ
- 7.2.2 ด้านความเข้าใจ จำนวน 14 ข้อ
- 7.2.3 ด้านการนำไปใช้ จำนวน 14 ข้อ

7.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ในข้อ 7 จำนวน 50 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องน้ำเพื่อชีวิตมาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.66

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พฤกษชลธาร สุมาลี กาญจนชาติรี และ ชาติชัย วิโรจนะ นำมาใช้ปรับปรุงเป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยอาศัยแนวคิดจากแบบทดสอบทางด้านภาษาของ ทอแรนท์ ซึ่งแต่ละข้อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นในการคิดทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

3. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

4. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อ โดยตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นในการคิดทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.1 ความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ก็ตาม ให้คำตอบละ 1 คะแนน

4.2 ความคิดยืดหยุ่นในการคิดทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแล้วจัดเป็นกลุ่ม ๆ โดยคำตอบที่มีทิศทางเดียวกันหรือคล้ายกันจัดไว้กลุ่มเดียวกัน ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะเป็นคำตอบที่ซ้ำกับบุคคลอื่นหรือไม่ก็ตาม ถ้าไม่สามารถจัดคำตอบไว้ในกลุ่มที่จัดได้ สามารถจัดกลุ่มขึ้นมาใหม่ได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะครบคำตอบ

4.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยบันทึกคะแนนคำตอบของนักเรียนเป็นรอยคะแนน แล้วหาผลรวมของความคิดแต่ละคำตอบของแต่ละข้อ ให้คะแนนคำตอบพิจารณาจากความคิด คำตอบที่ได้คะแนนจะเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยคำตอบนั้นต้องเป็นคำตอบที่ใช้ความสามารถในการคิด มีความแปลกใหม่ และไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น ใช้เกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เป็น 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้จากการนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคะแนนความคล่องในการคิดทางวิทยาศาสตร์ ด้านความยืดหยุ่นในการคิดทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อมารวมกันเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

7. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536 : 170 - 171) และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ โดยวิธีการแจกแจงค่าที (t - distribution) คำนวณจากสูตรของเอดเวิร์ด (Edwards) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 185) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งฉบับ เท่ากับ 0.53 และมีค่าอำนาจจำแนก (n) เป็นรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 8.53 ข้อ 2 เท่ากับ 5.89 และข้อ 3 เท่ากับ 14.69 ซึ่งทุกข้อค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดำเนินการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

1. ทำการสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวนนักเรียน 2 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มนักเรียนแต่ละห้องเรียนอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. ดำเนินการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัยกระทำการสอนเอง ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

6. ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)

2. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 59)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและ
อังคณา สายยศ. 2536 : 63)

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

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ โดยหาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 124) ดังนี้

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ
 กับจุดประสงค์การเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของ
 ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีเทคนิค 27 % จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
ของจุง เดห์ ฟาน (Fan. 1952 : 3 - 32)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร 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 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนของข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในแต่ละข้อ
จำนวนนักเรียนที่ทำถูก

$= \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนผู้ทำผิดในแต่ละข้อ หรือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
โดยคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 170 - 171) ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการแจกแจงค่าที (t - distribution) คำนวณจากสูตรของเอ็ดเวิร์ด (Edwards) (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 185) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{s_H^2}{N_H} + \frac{s_L^2}{N_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	s_H^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	s_L^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 - 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
 คำนวณจากสูตร t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)
 (Scott. 1962 : 264) ดังนี้

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

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

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลต่างของคะแนนระหว่างการสอบหลังการเรียน และก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	D_2	แทน	ผลต่างของคะแนนระหว่างการสอบหลังการเรียน และก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการสอบ หลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการสอบ หลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมของคะแนนระหว่างการสอบ หลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยผลต่าง ระหว่างการสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอความหมายของสัญลักษณ์ ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_{pre}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการเรียน
$\bar{X}_{post}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการเรียน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนระหว่างการสอบก่อนการเรียน และหลังการเรียน
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนรวมของผลต่างระหว่างการสอบ หลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่าง การสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้ชุดฝึกกิจกรรม แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score) ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\bar{X}_{pre}$	$\bar{X}_{post}$	MD	$S_{MD_1 - MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	35	22.80	29.20	6.40	1.32	4.16**
กลุ่มควบคุม	35	25.97	26.03	0.91		

$$t (0.01, 68) = 2.660$$

จากตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score) ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\bar{X}_{pre}$	$\bar{X}_{post}$	MD	S _{MD₁ - MD₂}	t
กลุ่มทดลอง	35	57.86	87.46	29.60	6.91	5.80**
กลุ่มควบคุม	35	49.80	60.29	10.49		

$$t(.01,68) = 2.660$$

จากตาราง 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสรุปสาระสำคัญ และผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวนห้องเรียน 2 ห้องเรียน จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน แล้วสุ่มจำนวนนักเรียนห้องละ 35 คนอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.3 ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.66

2.5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนิยม พุทธิชลาธาร สุมาลี กาญจนชาติรี และชาติชัย วิโรจนะ นำมาใช้ปรับปรุงเป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนทั้งหมด 3 ข้อ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทำโดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 170 - 171) และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยวิธีการแจกแจงค่าที (t - distribution) คำนวณจากสูตรของเอดเวิร์ด (Edwards) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 185) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.53 และมีค่าอำนาจจำแนก (t) เป็นรายข้อดังนี้ ข้อ 1 เท่ากับ 8.53 ข้อ 2 เท่ากับ 5.89 และข้อ 3 เท่ากับ 14.69 ซึ่งทุกข้อค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดำเนินการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

3.1 ทำการสุมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสุ่มจำนวนนักเรียน

2 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน แล้วสุมนักเรียนแต่ละห้องเรียนอีกครั้ง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน

3.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.4 ดำเนินการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัย
กระทำการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ
3 คาบ

3.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการสอบหลังเรียน (Posttest)
ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบ
วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.6 ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์
ทางสถิติ โดยใช้ $t - test$ Independent t ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)
ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอน
โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ $t - test$
Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอน
โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ $t - test$
Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการศึกษาค้นคว้าและอภิปรายผลดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ในแต่ละขั้นของกิจกรรมนักเรียนได้ฝึกการคิด ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานบางอย่าง เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58 - 64) ที่ได้กล่าวไว้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี จะทำให้ส่วนที่เป็นตัวความรู้ดีขึ้นด้วย นั่นคือ ถ้านักเรียนได้มีการฝึกการแก้ปัญหาด้วยขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งประกอบไปด้วย พฤติกรรมด้านต่าง ๆ คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงตามไปด้วย

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ แสดงความคิดเห็น มีความเป็นอิสระในการแสวงหาความรู้ และสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง โดยการฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ในขั้นตอนการทดลองได้กำหนดอุปกรณ์ไว้ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนของกิจกรรมนี้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี สอดคล้องกับ ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีการฝึกทักษะ

การตั้งสมมติฐาน โดยใช้อุปกรณวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอธิบายตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งชีวา สุชาติ (2531 : 68) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 : 79) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียน ที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธรรม อ่อนคำ (2534 : 59) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535 : 92) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 88) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

จากเหตุผลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนสามารถฝึกการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้อง

ในแต่ละขั้นตอน ในการฝึกกิจกรรมนี้นักเรียนมีโอกาสด้านการคิด การปฏิบัติอย่างอิสระ ภายใต้สถานการณ์ที่เป็นตัวช่วยให้ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การสอนตามคู่มือครู และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา กิจโร (2529 : 74 - 75) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนา สังวรกิจ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามคู่มือครูสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธรรม อ่อนคำ (2534 : 60) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู และตรงกับ ยูเซป (พะเยาว์ ทักซิณ. 2523 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Yoosef. n.d.) พบว่าการจูงใจโดยวิธีการต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าวิธีอื่น ๆ การจัดกิจกรรมฝึกการสังเกต ฝึกการจำแนกประเภท และการฝึกการพยากรณ์แบบใหม่เป็นแนวทางที่ช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน สามารถนำไปคิดประสานติดต่อกันได้ การจูงใจ

เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ สมิธ (อาร์ยี่ รังสินันท์, 2526 : 114 ; อ้างอิงมาจาก Smit. 1971) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมช่วยให้ประสบผลสำเร็จและการฝึกคิดบ่อย ๆ จะเป็นแนวทางให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

2.2 การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในการช่วยให้เกิดการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่ได้วางแผนไว้ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการคิด การเรียนรู้ มีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น สนุกสนานในการเรียน และมีอิสระในการคิด ดังที่ สมจิต สวอนไพบุลย์ (2527 : 30) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกในกิจกรรมอย่างอิสระ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จากเหตุผลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจจะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การศึกษาพบว่า การสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่ให้นักเรียนฝึกตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิด และปฏิบัติสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง ตลอดจนสรุปผลการทดลองได้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ใหม่ ทำให้นักเรียนสนใจตั้งใจทำชุดฝึกเป็นอย่างดี และยังปรากฏว่าทำให้นักเรียนมีการคิดเป็นขั้นตอน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้น ครู - อาจารย์ ควรมีการให้นักเรียนได้ฝึกโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน

1.2 ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีข้อดี คือ ชุดฝึกที่นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง สนองตอบในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล นำมาฝึกในด้านการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สามารถใช้แทนครูในยามที่ขาดแคลน นักเรียนสามารถทำตามขั้นตอนของชุดฝึกตั้งแต่ต้นจนจบ ส่วนข้อเสียของชุดฝึกชุดนี้ก็คือ เวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละชุดเมื่อนำไปทดลองจริงปรากฏว่า เวลาไม่พอ นักเรียนต้องใช้เวลามาก ในกิจกรรมชิ้นหนึ่ง ๆ นักเรียนส่วนใหญ่อ่านหนังสือไม่ออก และไม่สนใจอ่านคำชี้แจง และ นักเรียนระดับนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งอยู่ในวัยที่ทุกชนชอบเล่นเป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับสิ่งแวดล้อมของห้องเรียน นักเรียนนอกห้องเรียนมีเสียงดังทำให้จุดสนใจของนักเรียนในห้องเรียนอยู่ที่นอกห้อง เพราะฉะนั้นในการจัดการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงหลาย ๆ ด้าน ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะกับวัยและความสนใจของนักเรียน ต้องมีการเสริมแรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ต้องฝึกนักเรียนให้มีความรับผิดชอบ รู้จักแบ่งเวลาและ ต้องฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ครูต้องมีความสามารถดำเนินกิจกรรมฝึกให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหา เพื่อฝึกให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยในแนวเปรียบเทียบถึงผลของการใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง เข้ามาฝึกนักเรียนให้นักเรียนได้ทำงานอย่างมีระบบ ฝึกการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผลการทดลอง เพื่อนักเรียนจะได้รู้จักคิด ไม่ว่าจะคิดรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ตาม

2.2 ควรทำการวิจัยโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในระดับประถม ระดับมัธยมศึกษา โดยเปลี่ยนแปลงเนื้อหา หรือ มีการเพิ่มตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการเรียนทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ ความรับผิดชอบ ความคงทนในการเรียน หรือความคิดสร้างสรรค์ในด้านความละเอียดลออ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสงวณ. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : มกุฏราชวิทยาลัย, 2523.

กิ่งฟ้า สีนรุณ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.

กอดศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้ความเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

เจลิยว ผดุงวงศ์. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยการเล่นเกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ชาญชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

 ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ชูจิต ดันอรธนาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วารสารวิทยาศาสตร์ และชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.

- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- _____. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.
- ชอบ ลีซอ. “การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาระบวนการคิดและการแก้ปัญหา,” ประชากรศึกษา. 16 : 2 ; ธันวาคม 2533.
- ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. “กลวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้,” วิชาการ – อุดมศึกษา. 1 : 2 ; มกราคม – เมษายน 2535.
- ทัศนีย์ บุญเดิม. “ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์,” วิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 – 33 ; มกราคม 2526.
- ทัศนีย์ พงกษชลาธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- ธวัช ทวยภา. การศึกษากการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2531. อัดสำเนา.
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- นันทเดช โชคถาวร. การศึกษาศาสนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางการแก้ปัญหา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. “การสอนแบบสร้างสรรค์,” วารสารกรมสามัญศึกษา. 17 ; มิถุนายน – กรกฎาคม 2523.
- นิตยา กิจโร. การศึกษามูลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทย โดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและ
เป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา
วิทยาเขตบพิตรมหาเมฆ กรุงเทพฯ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- นิตยา ฤทธิโยธี. “การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ,” เอกสารเผยแพร่ความรู้ทาง
การสอนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, 2520.
- น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะขั้นมูลฐาน ความสามารถในการ
แก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.
- บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู
สสวท. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- บุษยาณี ปุชิตากร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ประดิษฐ์ สนั่นเชื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.
- ประวีตร ชูศิลป์. “หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่,” เอกสารการนิเทศการศึกษา
ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศ
กรรมการฝึกหัดครู, 2524. อัดสำเนา.
- ประสาธ อิศรบริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ต,
2523.
- สุสดี ตามไท. “โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ม. ต้น,” จันทร์เกษม. 203 : 53 - 57 ;
กรกฎาคม - สิงหาคม 2531.

- พะเยาว์ ทักซิณ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยให้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. ปรินญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- พจนา สังวรกิจ. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง. ปรินญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- พยนต์ แสงเดช. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่ศูนย์การเรียน. ปรินญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- พยอม ดันมณี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- พัชรา จิตรเพชร. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- พรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาสำหรับครูในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. "ความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอน คุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพฯ ฯ," วารสารครูศาสตร์. 16 (4) : 180 - 186 ; เมษายน - มิถุนายน 2531.
- ภพ เลหาไพบุลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- ภัทรา นิคมานนท์. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันราชภัฏจันเกษม, 2537.

มะลิวรรณ วีระจิตต์. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้
สถานการณ์ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู
สสวท. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะกรรมการพัฒนา
การสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

มังกร ทองสุชาติ. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย,
2522.

_____. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาคณิตศาสตร์
และเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศ กรมการฝึกหัดครู, 2523.

ยงยุทธ สายคง. การศึกษารเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้การจัดกิจกรรมแบบกำหนด
แนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

รุ่งชีวา สุชาติ. การศึกษาลักษณะการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ฤดี ประสพศักดิ์. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการใช้แบบฝึกหัดมองเห็นปัญหากับการสอน
โดยการอภิปรายปัญหาตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

วนาถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.

วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล. ปริญญาานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

X วรรณทิพา รอดแรงคำ. เอกสารประกอบการสอน คศ. - วท. 521 : การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

วิจิตร วรุตบางกูร. "ความคิดสร้างสรรค์สำหรับครู," วารสารศึกษาศาสตร์. 1(2) : 39 - 48 ; มกราคม - พฤษภาคม 2520.

วิชาการ, กรม. การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2531.

_____. การสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.

_____. การวิเคราะห์รูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

_____. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่องหลักสูตรสู่นาคต. กรุงเทพฯ, 2538.

วินัย คำสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

วิสุทธิ ตรีเงิน. ผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.

วิญญู วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เล่ม 1. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

ศรีผกา เจริญยศ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว.101. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภา, 2535.
- _____. หนังสือเรียน ว.101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภา, 2536.
- สวณา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
- สามัญศึกษา, กรม. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา,” วารสารการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา, 2533.
- สายหยุด สมประสงค์. “ยุทธศาสตร์การคิด,” โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ. กรุงเทพฯ ฯ : กรมสามัญศึกษา, 2523. อัดสำเนา.
- สุจิต เพียรชอบและสายใจ อินทร์พรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- สุชีพ ตรีประเคน. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- สุเทพ อุสาณะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สุนทรี วัฒนพันธุ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- สุรทิน นาราภิรมย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดมหาสารคาม. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- สุธรรม อ่อนคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมี การใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- สมาลี กาญจนชาติศรี. การศึกษาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อายุระหว่าง 11 - 15 ปีในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สุภาณี ลีละวัฒนากุล. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยให้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ ฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
- _____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1 - 2. กรุงเทพฯ ฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์, 2531.
- สุวิมล เขียวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2527.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ ฯ : สสวท., 2519. อัดสำเนา.
- _____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : สสวท., 2526.
- สมจิต สมัตถพันธ์. "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," ครู 4(3) : 61 - 63 ; ธันวาคม 2522.
- สมจิต สวธน์ไพบุลย์. สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- _____. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

- สมปัญญา ศรีภคานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- เสงี่ยม วิไลบุญรัตน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- สำราญ ขวณัน. “การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6,” การวิจัยทางการศึกษา, 21 : 4 ; การศาสนา 2534.
- หอมนวล ใจซื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันทร์แก้ว. “โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วิทยาจารย์. 7 : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- อภิรดี สุวีรานนท์. การศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- อัญชลีพร เตชะศิริกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์เรียนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยยุทธวิธีตัดสินใจกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

- อารยา แสงไชย. การศึกษามูลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อารี พันธุ์มณี. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์ 1412, 2537.
- อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ ฯ : ธนาคารการพิมพ์, 2526.
- อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง, 2532 ก.
- อรุณี เมฆาอร. ผลการใช้รูปแบบการสอนโดยการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- อุดร จันทร์สร้าง. การศึกษารเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบล ในเขตจังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ เจตคติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

- Baker, Tunis. "What Can We Do to Make Our Children Capable of Thinking for Themselves?," Science Education. p. 34 : 1960.
- Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain. New York : David Mackay Company, Inc., 1956.
- Bruner, Jerone S. Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at The Center for Cognitive Studies. New York : John Wiley and Sons, p. 123 - 127 : 1966.
- Butts, David P. The teacher of Science A self Directed Planning Guide. New York : Harper & Row Publisher, 1974.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164 - A ; January, 1976.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Material. New Jersey, Englewood Cliffs, 1973. 353 p.
- Carin, A.A. and Sund, R.B. Teaching Science Through Discovery. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971. 710 p.
- De ceco, J.P. The Psychology of Learning and Instructional Psychology. New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.
- Devito, Alfred and Krockover, Genard H. Creative Sciencing Ideas. Activities for teacher and children Little, Brown and Company, Inc., 1976.
- Dressel, Paul. L. "Critical Education Thinking : The Gold of Education," The Journal of the National Association. 44 : 418 - 420 ; October, 1955.
- Edward, J. Kormondy and E. Bernice. Essential Biology. Addison - Wesley Publishing Company, Inc., 1984.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey : Educational Testing Service. Princeton, 1952.
- Gagne, R.M. The Condition of Learning. 2nd ed. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1970.
- Gaier, B.L. "The Role of Knowledge in Problem - Solving," Progressive Education. 30 : 138 - 141 ; 1953.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw - Hill Company, 1973.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. McGraw - Hill Book Company, 1971.
- . The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw - Hill Book Company, 1976.

- Harless, Green. "Language Workbooks and Practice Materials," A Handbook of Programmed Learning. Indiana and Press no date p. 63 - 94.
- Harm, N. C. What Research Says to the Science Teacher. V. 3, Washington, National Science Teachers Association, 1981.
- Heining, Ruth Beall. Creative Drama for the Classroom Teacher. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall Inc., 1981.
- John, K. W. "A Comparison of two Methods of Teaching Eight Grad General Science : Traditional and Structured Problem Solving," Dissertation Abstracts International. 27(4) : 994 - 995 ; October, 1966.
- Mahan, L.A. "The Effect of Problem - Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understanding Problem Solving Skill, Attitude, Interest and Personal Adjustment," Dissertation Abstracts. 3 : 1097 - 1098 ; September, 1963.
- Morgan, Clifford T. "Thinking and Problem Solving," A Brief Introduction to Psychology. 2 nd ed. New Delhi : Tata McGraw - Hill Company, 1978.
- Moravesik, M. J. "Creativity in science education," Science Education. 65(No.2, 1981) p. 221 - 227 ; 1981.
- Penick, John E. "Creativity in Fifth - Grade Science Student : The Effects of Two Patterns of Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314 ; 1976.
- Petty, Green. "Language Workbook and Practices Materials,W.," Developing Language Skills in the Elementary School. New York, Allyn and Bacon, 1968.
- Piajet, J. The Origins of Intelligence in Children. New York : W.W. Norton, 1962.
- Piltz, A. and Sund. B.R. Creative Teacher of Science in the Elementary School. 2nd ed. Boston Allyn And Bacon, Inc., 1974.
- Russell, John Michael. "The Effect of Problem Solving on Junior High School Students Ability to Apply and Analysis Earth Science Subject Matter," Dissertation Abstracts International. 40(3) : 1386 - 1378 - a ; September, 1979.
- Scott, William A. and Michael Werthimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Wiley and Son, Inc., 1962.
- Shaftel, Fannio T. and Geore Straftel. Role Playing in the Curriculum. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1982.
- Stollburg, R. J. "Problem - Solving, The procedure Game in Science," Science Teacher. 23 : 225 - 228 ; September, 1956.

Sund, B.R. and J.W. Trowbrige. Teaching Science by Inquiry. 2 nd ed. Columbus, Ohio : Charles Merrill Publishing Company, 1973.

_____. Teaching Science by Inquiry. 2 nd ed. Columbus, Ohio : Charles Merrill Publishing Company, 1976.

Thondike, Robert L. "Animal Intelligence," Psychology Monograph, 8 : 2, quoted in Gary A Davis, Psychology of Problem - Solving : Theory and Practice. New York : Basic Book, Inc., Publisher, 1965.

Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody 's Problem," The Science Teacher. 4 ; 16 - 18 ; April, 1974.

Youngs, Richard C. "The Murturance of Independence and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development : Final Report," Research in Educational. 5(2) : 53 ; February, 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
1	22	28	6	5.09	25.91
2	28	30	2	1.09	1.19
3	20	28	8	7.09	50.27
4	14	21	7	6.09	37.09
5	16	11	- 5	- 5.91	34.93
6	23	25	2	1.09	1.19
7	19	22	3	2.09	4.37
8	33	34	1	0.09	0.01
9	24	18	- 6	- 6.91	47.75
10	23	24	1	0.09	0.01
11	36	36	0	- 0.91	0.83
12	20	22	2	1.09	1.19
13	27	30	3	2.09	4.37
14	19	18	- 1	- 1.91	3.65
15	39	33	- 6	- 6.91	47.75
16	29	30	1	0.09	0.01
17	20	29	9	8.09	65.45
18	27	20	- 7	- 7.91	62.57
19	28	25	- 3	- 3.91	15.29
20	28	28	0	- 0.91	0.83
21	29	28	- 1	- 1.91	3.65
22	27	20	- 7	- 7.91	62.57
23	13	17	4	3.09	9.55
24	28	30	2	1.09	1.19

ตาราง 4 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
25	27	24	- 3	- 3.91	15.29
26	21	31	10	9.09	82.63
27	30	29	- 1	- 1.91	3.65
28	31	35	4	3.01	9.06
29	17	24	7	6.09	37.09
30	27	27	0	- 0.91	0.83
31	23	28	5	4.09	16.73
32	30	16	-14	-14.91	222.31
33	27	30	3	2.09	4.37
34	24	27	3	2.09	4.37
35	30	33	3	2.09	4.37
Σx	909	911	-	-	-
$\bar{x}$	25.97	26.03	-	-	-
ΣD	-	-	32	-	-
MD	-	-	0.91	-	-
$\Sigma (D-MD)^2$	-	-	-	-	882.32

ตาราง 5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
1	13	9	- 4	-10.4	108.16
2	34	36	2	- 4.4	19.36
3	25	31	6	- 0.4	0.16
4	11	32	1	- 5.4	24.19
5	21	26	5	- 1.4	1.96
6	20	24	4	- 2.4	5.76
7	16	18	2	- 4.4	19.36
8	25	34	9	2.6	6.76
9	21	25	4	- 2.4	5.76
10	17	17	0	- 6.4	40.96
11	25	32	7	0.6	0.36
12	27	34	7	0.6	0.36
13	16	22	6	- 0.4	0.16
14	13	30	7	0.6	0.36
15	24	32	8	1.6	2.56
16	15	31	26	19.6	384.16
17	23	33	10	3.6	12.96
18	23	29	6	- 0.4	0.16
19	28	35	7	0.6	0.36
20	24	34	10	3.6	12.96
21	25	30	5	- 1.4	1.96
22	21	35	14	7.6	57.76
23	23	34	11	4.6	21.16
24	26	24	- 2	- 8.4	70.56

ตาราง 5 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	$(D - MD)^2$
25	18	34	16	9.6	92.16
26	25	31	6	- 0.4	0.16
27	28	27	- 1	- 7.4	54.76
28	23	35	12	5.6	31.36
29	24	27	3	- 3.4	11.56
30	19	24	5	- 1.4	1.96
31	26	37	11	4.6	21.16
32	28	40	12	5.6	31.36
33	25	25	0	- 6.4	40.96
34	19	17	- 2	- 8.4	70.56
35	27	38	11	4.6	21.16
Σx	798	1,022	-	-	-
$\bar{x}$	22.80	29.20	-	-	-
ΣD	-	-	224	-	-
MD	-	-	6.40	-	-
$\Sigma(D-MD)^2$	-	-	-	-	1,180.38

ตาราง 6 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
1	22	52	30	19.51	380.64
2	87	97	10	- 0.49	0.24
3	61	81	20	9.51	90.44
4	38	54	16	5.51	30.36
5	71	84	13	2.51	6.30
6	61	65	4	- 6.49	42.12
7	34	49	15	4.51	20.34
8	75	80	5	- 5.49	30.14
9	25	39	14	3.51	12.32
10	57	42	- 15	-25.49	649.74
11	92	94	2	- 8.49	72.08
12	66	80	14	3.51	12.32
13	76	91	15	4.51	20.34
14	40	57	17	6.51	42.38
15	55	58	3	- 7.49	56.10
16	45	59	14	3.51	12.32
17	57	62	5	- 5.49	30.14
18	57	54	- 3	-13.49	181.98
19	38	41	3	- 7.49	56.10
20	20	22	2	- 8.49	72.08
21	39	44	5	- 5.49	30.14
22	23	44	21	10.51	110.46
23	18	22	4	- 6.49	42.12
24	59	73	14	3.51	12.32

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
25	48	82	34	23.51	552.72
26	53	49	- 4	- 14.49	209.96
27	50	61	11	0.51	0.26
28	27	63	36	25.51	650.76
29	51	67	16	5.51	30.36
30	47	45	- 2	- 12.49	156.00
31	15	30	15	4.51	20.34
32	68	76	8	- 2.49	6.20
33	40	57	17	6.51	42.38
34	74	61	-13	- 23.49	551.78
35	54	75	21	10.51	110.46
ΣX	1,743	2,110	-	-	-
$\bar{X}$	49.8	60.28	-	-	-
ΣD	-	-	367	-	-
$\Sigma (D-MD)^2$	-	-	-	-	4,344.74

ตาราง 7 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	(D - MD) ²
1	51	65	14	- 15.6	243.36
2	79	115	36	6.4	40.96
3	21	87	66	36.4	1,324.96
4	20	77	57	27.4	750.76
5	42	46	4	- 25.6	655.36
6	27	79	52	22.4	501.76
7	27	95	68	38.40	1,474.56
8	83	79	- 4	- 33.60	1,128.96
9	29	146	117	87.40	7,638.76
10	69	105	36	6.40	40.96
11	22	37	15	14.60	213.16
12	62	93	31	1.40	1.96
13	92	62	-30	- 59.60	3,552.16
14	80	103	22	- 7.60	57.76
15	78	74	- 4	- 33.60	1,128.96
16	77	74	- 3	- 32.60	1,062.76
17	104	97	- 7	- 36.60	1,339.56
18	84	109	25	- 4.60	21.16
19	43	93	44	14.40	207.36
20	47	83	36	6.40	40.96
21	62	59	- 3	- 32.60	1,062.76
22	62	98	36	6.40	40.96
23	44	107	63	33.40	1,115.56
24	75	27	- 48	-77.60	6,021.76

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	ผลต่าง (D)	D - MD	$(D - MD)^2$
25	38	114	76	46.40	2,152.96
26	59	78	19	-10.60	112.36
27	85	40	-45	74.60	5,565.16
28	109	99	-10	-39.80	1,584.04
29	44	144	100	70.40	4,956.16
30	32	50	18	-11.60	34.56
31	78	167	89	59.40	3,528.36
32	46	106	60	30.40	924.16
33	43	127	84	54.40	2,956.36
34	53	41	-12	-41.60	1,730.56
35	51	85	34	4.40	19.36
Σx	2,025	3,061	-	-	-
$\bar{x}$	57.86	87.46	-	-	-
ΣD	-	-	1,036	-	-
$\Sigma (D - MD)^2$	-	-	-	-	53,334.28

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 101
บทที่ 2 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง ในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
2. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 11 หน้า จำนวน 50 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ให้นักเรียนทำทุกข้อ
3. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนข้อ ก ข ค ง จ ในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย ✕ แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ลงบนข้อคำตอบที่ต้องการ
4. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับกรรมการคุมสอบ

1. น้ำช่วยลดอุณหภูมิของร่างกายได้อย่างไร
 - ก. ออกมาพร้อมกับเหงื่อ
 - ข. โดยการชำระล้างร่างกาย
 - ค. ออกมาพร้อมกับลมหายใจ
 - ง. ออกมาพร้อมกับการขับถ่าย
 - จ. ออกมาพร้อมกับก๊าซทางผิวหนัง
2. ในฤดูร้อนและฤดูหนาว นักเรียนจะสูญเสียน้ำออกจากร่างกายในรูปใดมากที่สุด ตามลำดับ
 - ก. ปัสสาวะ, เหงื่อ
 - ข. เหงื่อ, ปัสสาวะ
 - ค. ลมหายใจ, เหงื่อ
 - ง. เหงื่อ, ลมหายใจ
 - จ. ปัสสาวะ, ลมหายใจ
3. น้ำในดิน หมายถึงข้อใด
 - ก. น้ำที่ซึมอยู่ในระหว่างช่องว่างของอนุภาคดิน
 - ข. น้ำที่ซึมซังอยู่ในระหว่างช่องว่างของชั้นหิน
 - ค. น้ำที่ไหลเป็นธารลาดภูเขา
 - ง. น้ำที่อยู่ในแม่น้ำลำคลอง
 - จ. น้ำที่ซังอยู่บนหุบเขา
4. น้ำบาดาล หมายถึงข้อใด
 - ก. น้ำที่ซึมอยู่ในระหว่างช่องว่างของอนุภาคดิน
 - ข. น้ำที่ซึมซังอยู่ในระหว่างช่องว่างของชั้นหิน
 - ค. น้ำที่ไหลเป็นธารลาดภูเขา
 - ง. น้ำที่อยู่ในแม่น้ำลำคลอง
 - จ. น้ำที่ซังอยู่บนหุบเขา
5. เขื่อน หมายถึงอะไร
 - ก. แหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นระหว่างหุบเขา เพื่อใช้ประโยชน์ในเรื่องการบริโภค และการเพาะปลูก
 - ข. ทำนบที่สร้างขึ้นขวางลำน้ำ โดยปริมาณน้ำส่วนเกินไหลล้นออกทางด้านบนของทำนบกั้น

- ค. สิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นท่อบเพื่อกักเก็บน้ำได้ตามต้องการในด้านต่าง ๆ
- ง. คลองส่งน้ำขนาดเล็กที่เชื่อมโยงจากแหล่งน้ำไปยังไร่นาที่ทำการเพาะปลูก
- จ. สิ่งก่อสร้างขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อกั้นขวางทางน้ำ
6. ข้อใดเรียงลำดับแหล่งเก็บน้ำจากขนาดเล็กไปหาขนาดใหญ่ได้ถูกต้อง
- ก. เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝ่ายทดน้ำ
- ข. อ่างเก็บน้ำ ฝ่ายทดน้ำ เขื่อน
- ค. ฝ่ายทดน้ำ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ
- ง. ฝ่ายทดน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน
- จ. อ่างเก็บน้ำ เขื่อน ฝ่ายทดน้ำ
7. ถ้านักเรียนต้องการน้ำสะอาดที่ผ่านการกรองมาแล้ว นักเรียนจะเลือกใช้น้ำชนิดใด
- ก. น้ำบ่อ
- ข. น้ำตก
- ค. น้ำบาดาล
- ง. น้ำในเขื่อน
- จ. น้ำแม่น้ำลำคลอง
8. สาเหตุที่สำคัญของการทรุดตัวของพื้นดินในเขตกรุงเทพฯ คืออะไร
- ก. การเปลี่ยนแปลงภายในโลก ทำให้พื้นดินทรุดตัวอยู่ตลอดเวลา
- ข. ประชากรเพิ่มมากขึ้นมีการปลูกสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น
- ค. การสร้างอุโมงค์ส่งน้ำใต้ดินของการประปานครหลวง
- ง. น้ำหนักบรรทุกทุกที่กดทับอยู่เป็นประจำ
- จ. การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก
9. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของป่าไม้
- ก. ช่วยดูดซับน้ำฝนที่ตกลงมาบางส่วนไว้
- ข. ช่วยถ่ายเทก๊าซออกซิเจนให้บรรยากาศ
- ค. ช่วยเพิ่มการอุกักตุนของหน้าดิน
- ง. ช่วยให้ผิวดินมีการชุ่มชื้น
- จ. ช่วยทำให้ฝนตก

10. ทำไมจึงกล่าวว่า “ป่าไม้เป็นเสมือนปอดของประเทศ”

- ก. ต้นไม้ช่วยคนหายใจ
- ข. ต้นไม้ช่วยถ่ายเทก๊าซเสียในเมือง
- ค. ต้นไม้ทำให้เกิดความชุ่มชื้นทั่วไป
- ง. ต้นไม้ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของลม
- จ. ต้นไม้ทำการสังเคราะห์แสงโดยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วคายก๊าซออกซิเจนให้บรรยากาศ

11. ภาวะความแห้งแล้งและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ บนพื้นแผ่นดินไทย

เป็นผลเนื่องมาจากอะไร

- ก. เพราะชาวบ้านเข้าไปหาของป่ามาขาย
- ข. มีการตัดถนนเข้าไปตามป่าเขามากขึ้น ทำให้ป่าไม้ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว
- ค. มีการสร้างเขื่อนมากขึ้นมากแห่ง ให้ฝนตกในบริเวณนั้นชุ่มชื้น และแห้งแล้งในที่ไม่มีเขื่อน
- ง. มีการทดลองระเบิดปรมาณูของชาติมหาอำนาจบ่อยครั้ง เป็นผลทำให้บรรยากาศได้รับการกระทบกระเทือน
- จ. เพราะดินในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นดินศิลาแลงซึ่งเป็นดินเหนียวสีแดงที่เปื่อยและอุดมสมบูรณ์ แต่ผิวน้ำเปิดกระทบอากาศ ถ้าแห้งก็จะแข็งตัว

12. เหตุผลที่ดีที่สุดของการอนุรักษ์ป่าไม้ คืออะไร

- ก. เพื่อให้บรรยากาศมีปริมาณความชื้นพอเหมาะ
- ข. เพื่อป้องกันอุทกภัยและช่วยให้ฝนตกตามฤดูกาล
- ค. เพื่อรักษาปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศให้มีค่าคงที่
- ง. เพื่อรักษาที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และการป้องกันการสูญพันธุ์
- จ. เพื่อให้ไม้เป็นสินค้าออก ทำเงินตราเข้าประเทศชดเชยการค้าที่เสียเปรียบกับต่างประเทศ

13. “จุดเดือด” มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. การที่ไอน้ำในอากาศรวมตัวเป็นหยดน้ำ
 - ข. จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
 - ค. จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง
 - ง. จุดที่ความร้อนทำให้น้ำเดือดซึ่งขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำคงที่
 - จ. พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ
14. จุดหลอมเหลว คืออะไร
 - ก. การที่ไอน้ำในอากาศรวมตัวเป็นหยดน้ำ
 - ข. จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว
 - ค. จุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง
 - ง. จุดที่ความร้อนทำให้น้ำเดือด ซึ่งขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำคงที่
 - จ. พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำ
15. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่า“จุดเยือกแข็ง”
 - ก. การเปลี่ยนสถานะของไอน้ำกลายเป็นของเหลว
 - ข. การเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของแข็งเป็นของเหลว
 - ค. การเปลี่ยนสถานะของไอน้ำกลายเป็นของแข็งทันที
 - ง. การเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของแข็งกลายเป็นไอน้ำ
 - จ. การเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวกลายเป็นของแข็ง
16. ปรากฏการณ์ที่ไอน้ำรวมตัวเป็นหยดน้ำ เรียกว่าอะไร
 - ก. การระเหิด
 - ข. การระเหย
 - ค. จุดเดือดของน้ำ
 - ง. การควบแน่นของน้ำ
 - จ. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

17. น้ำอ่อน คืออะไร

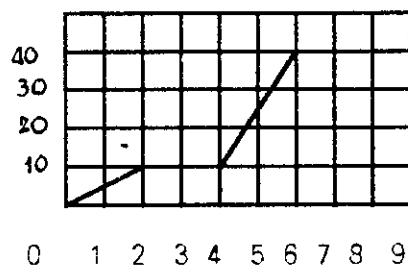
- ก. น้ำที่นำไปต้มแล้วก็ยังไม่ให้ฟองกับสบู่
- ข. น้ำที่ไม่มีสี ไม่มีรส และไม่มีกลิ่น
- ค. น้ำที่ต้มแล้วให้ฟองกับสบู่ได้ดี
- ง. น้ำที่ไม่ค่อยให้ฟองกับสบู่
- จ. น้ำที่ให้ฟองกับสบู่ได้ดี

18. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของน้ำกระด้าง

- ก. น้ำขุ่นสกปรก
- ข. ฟอกสบู่แล้วเป็นฟองยาก
- ค. เมื่อถูกมือจะรู้สึกว้าวุ่น ๆ
- ง. น้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส
- จ. มีปริมาณสารแขวนลอยปนอยู่มาก

19. กราฟแสดงการให้ความร้อนแก่สารละลายชนิดหนึ่งจนกระทั่งกลายเป็นไอ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



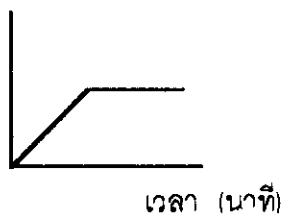
เวลา (นาที)

สารละลายนี้มีจุดเดือดประมาณเท่าใด

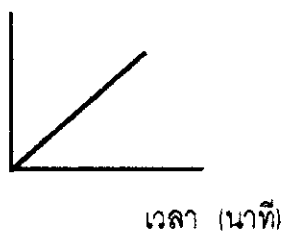
- ก. 10 องศาเซลเซียส
- ข. 20 องศาเซลเซียส
- ค. 30 องศาเซลเซียส
- ง. 40 องศาเซลเซียส
- จ. 50 องศาเซลเซียส

20. ถ้านักเรียนนำน้ำแข็งมาต้มจนกระทั่งเดือด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา จะได้กราฟดังข้อใด

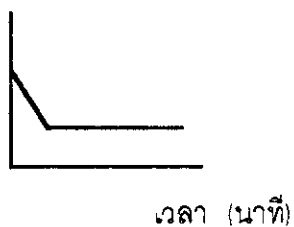
ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



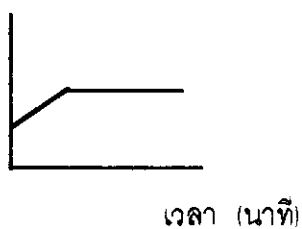
ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



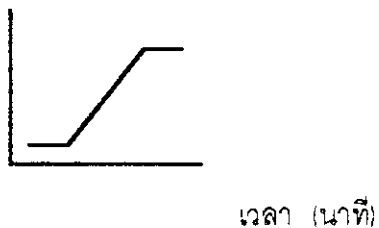
ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

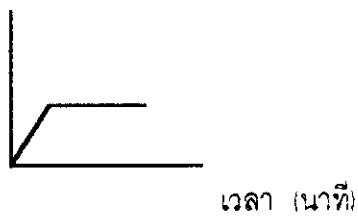


จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

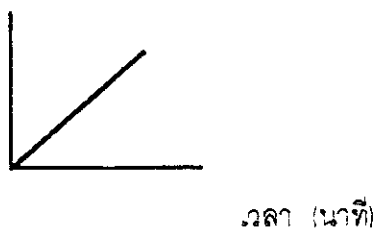


21. น้ำที่อุณหภูมิห้องถ้านำมาต้มจนกระทั่งเดือด จะเขียนกราฟได้ตามข้อใด

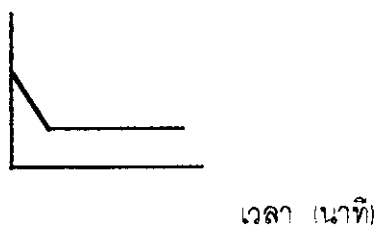
ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



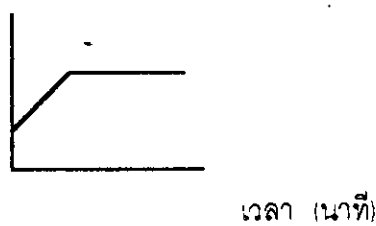
ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



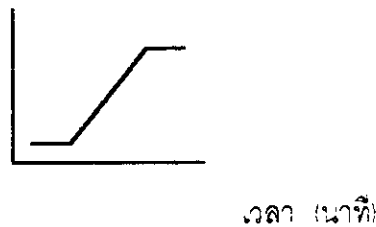
ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



22. เมื่อต้มน้ำกระด้างไปนาน ๆ ที่ก้นภาชนะจะมีของแข็งสีน้ำตาลติดอยู่ ของแข็งนั้นคืออะไร

- ก. ตะกอน
- ข. ตะกรัน
- ค. ผุ่นละออง
- ง. สนิมของภาชนะ
- จ. เกลือแมกนีเซียมซัลเฟต

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 23 - 24

สมบัติของน้ำ

หลอดที่	สารในหลอด	เมื่อถูกกับสบู่	ความสูงของฟอง ในสบู่หลอดทดสอบ (cm)
1	น้ำกลั่น	เป็นฟองง่าย	2.3
2	น้ำประปา	เป็นฟองง่าย	2.1
3	น้ำกลั่นและ แคลเซียมคลอไรด์	เป็นฟองยาก	0.4
4	น้ำกลั่นและ แมกนีเซียมคลอไรด์	เป็นฟองยาก	0.4

23. หลอดที่บรรจุน้ำอ่อน คือหลอดใด

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

24. หลอดที่ 3 และ 4 เป็นน้ำชนิดใด

- ก. น้ำกระด้างชั่วคราว
- ข. น้ำกระด้างถาวร
- ค. น้ำอ่อน
- ง. น้ำกลั่น
- จ. น้ำเสีย

25. นายแดงนำน้ำบ่อมาใช้ เขาสังเกตเห็นว่า ถ้านำน้ำบ่อมาซักผ้า จะไม่ค่อยเกิดฟอง เมื่อถูกกับสบู่ แต่ถ้าเขานำน้ำนี้มาต้มเสียก่อน แล้วนำมาดื่มหรือใช้ล้างแก้วน้ำ น้ำดังกล่าวนี้จะเกิดฟองกับสบู่ยากทราบว่าน้ำที่นายแดงนำมาใช้เป็นน้ำชนิดใด

- ก. น้ำกระด้างชั่วคราว
- ข. น้ำกระด้างถาวร
- ค. น้ำกระด้าง
- ง. น้ำอ่อน
- จ. น้ำเสีย

26. ถ้าทราบว่าน้ำในบ่อมีแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่มากวิธีแก้ง่าย ๆ เปลี่ยนค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คือทำอย่างไร

- ก. ต้ม
- ข. กลั่น
- ค. กรอง
- ง. ใช้สารเคมี
- จ. แกว่งสารส้ม

27. นักเรียนซักผ้าให้เปลืองสบู่最少 นักเรียนจะเลือกใช้น้ำระเภทใด

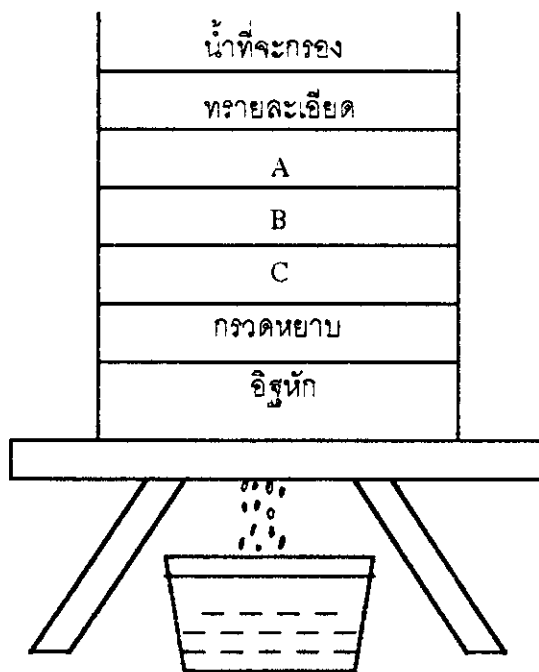
- ก. น้ำบาดาล
- ข. น้ำคลอง
- ค. น้ำแม่น้ำ
- ง. น้ำทะเล
- จ. น้ำบ่อ

28. การตรวจสอบว่ามีสารเจือปนในน้ำหรือไม่ ควรทำอย่างไร
- ก. นำน้ำมาต้มจนเดือดแล้วสังเกต
 - ข. นำน้ำมาถูกับสบู่ ดูการเกิดฟอง
 - ค. นำน้ำใส่แก้วใสแล้วดูด้วยตาเปล่า
 - ง. นำมาต้มแล้วเติมสารละลายกรดเกลือ
 - จ. นำน้ำมารินใส่จานหลุมโลหะแล้วลนไฟจนแห้ง
29. เมื่อกลั่นน้ำด้วยสารส้มผลที่เกิดขึ้นจะเป็นเช่นไร
- ก. น้ำใสสารแขวนลอยตกตะกอน
 - ข. น้ำจะใสปราศจากเชื้อโรค
 - ค. น้ำสะอาดใช้บริโภคได้
 - ง. น้ำจะยังคงสภาพเดิม
 - จ. น้ำจะใสและสะอาด
30. กระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอและไอนี้ควบแน่นเป็นของเหลว เรียกว่าอะไร
- ก. การต้ม
 - ข. การกลั่น
 - ค. การกรอง
 - ง. การควบแน่น
 - จ. การตกตะกอน
31. การกรองถือว่าเป็นกระบวนการแยกสารประเภทใด
- ก. ของเหลวกับของเหลว
 - ข. ของแข็งกับของเหลว
 - ค. ของแข็งกับของแข็ง
 - ง. ของเหลวกับก๊าซ
 - จ. ของแข็งกับก๊าซ

32. เครื่องกรองที่ใช้ตามบ้านเรือน อาศัยหลักการข้อใด
- หลักการการให้น้ำประปา
 - หลักการซึมของน้ำผานดิน
 - หลักการเกิดเมฆฝน
 - หลักการเกิดน้ำค้าง
 - หลักการระเหย
33. ถ้าบ้านของนักเรียนอยู่ริมคลองและต้องการนำน้ำคลองมาใช้ โดยใช้เครื่องกรองน้ำ แต่ถ้าในชั้นกรองนี้ไม่มีถ่าน นักเรียนจะเลือกวัสดุใดแทน
- ผ้าขาวบาง
 - ปูนหรือสำลี
 - ซีดีเก่ากลับ
 - กระสอบปุย
 - กากมะพร้าว
34. การทำให้น้ำเกลือ น้ำแร่ และน้ำบาดาลเป็นน้ำบริสุทธิ์ ควรใช้วิธีใด
- การต้ม
 - การกลั่น
 - การกรอง
 - การระเหิด
 - การตกตะกอน
35. น้ำบ่อทราย เปรียบเทียบได้กับน้ำอะไร
- น้ำกลั่น
 - น้ำคลอง
 - น้ำคลองที่นำมาทำให้ตกตะกอน
 - น้ำที่กรองจากเครื่องกรองที่ไม่มีถ่าน
 - น้ำที่กรองผ่านเครื่องกรองที่ใช้ตามบ้าน
36. ถ้านำน้ำกระด้างมากรอง จะได้น้ำเช่นไร
- น้ำอ่อนที่ไม่มีสี กลิ่น
 - น้ำกระด้างที่ไม่มีสี กลิ่น
 - น้ำอ่อนที่ปราศจากเชื้อโรค
 - น้ำบริสุทธิ์เช่นเดียวกับน้ำฝน
 - น้ำกระด้างที่ยังคงมีสี แต่ปราศจากเชื้อโรค

ให้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 37 - 38

รูปการกรองน้ำด้วยเครื่องกรอง



37. ชั้น A หมายถึงสิ่งใด

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

38. ชั้น B หมายถึงสิ่งใด

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

39. ในกระบวนการทำน้ำประปา ขั้นตอนใดที่เป็นตัวช่วยฆ่าและทำลายเชื้อโรค
- การกรอง
 - การตกตะกอน
 - การสูบน้ำขึ้นถัง
 - การผ่านแสงแดด
 - การส่งน้ำสู่บ้านเรือน
40. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของคำว่า “น้ำเสีย”
- น้ำที่มีสารเคมีผสมปนอยู่
 - น้ำที่มีสีดำคล้ำและมีกลิ่นเหม็น
 - น้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส
 - น้ำที่มีสารแขวนลอยปะปนอยู่มาก
 - น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร
41. เพราะเหตุใดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอุณหภูมิสูง จึงทำให้เกิดการเน่าเสียได้
- เพราะทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำน้อยลง
 - เพราะสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจึงตายไป
 - เพราะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำได้เร็ว จึงทำให้น้ำเหลือน้อยเน่าเสียง่าย
 - เพราะทำให้น้ำเคลื่อนไหวเร็วขึ้น จนสิ่งมีชีวิตปรับตัวไม่ได้ตายไปน้ำจึงเสีย
 - เพราะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตหนาแน่นทำให้ออกซิเจน ไม่สามารถถ่ายเทลงน้ำได้ จึงทำให้น้ำเสีย
42. สาเหตุที่ทำให้ปลาจำนวนมากในแม่น้ำเกิดการตาย น่าจะเป็นข้อใด
- น้ำมีกลิ่นเหม็น
 - ออกซิเจนในน้ำมีน้อย
 - ในน้ำมีคลอรีนมากกว่าปกติ
 - มีสาหร่ายในน้ำมากกว่าปกติ
 - โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำ

43. ในการทดลองของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง โดยนำน้ำจากแหล่งเดียวกันบรรจุหลอดเท่ากัน ปริมาณเท่ากัน 3 หลอด ดังนี้
- หลอดที่ 1 บรรจุน้ำอย่างเดียว พร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่
- หลอดที่ 2 บรรจุน้ำและสาหร่าย 1 ต้น ปลุกไว้ในน้ำพร้อมกับปลาหางนกยูง 1 คู่
- หลอดที่ 3 บรรจุน้ำและเทน้ำมันหล่อลื่นลงไปบนผิวน้ำพร้อมปลาหางนกยูง 1 คู่
- เมื่อตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วสังเกตดูผลที่ได้ จะเป็นอย่างไร
- ปลาทุกหลอดจะตายหมด
 - ปลาในหลอดที่ 3 จะตายหมด
 - ปลาในหลอดที่ 2 จะตายเร็วที่สุด
 - ปลาในหลอดที่ 1 จะตายเร็วที่สุด
 - ปลาทุกหลอดยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้
44. ถ้ามีน้ำเสียเกิดขึ้นในบริเวณโรงเรียน นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขอย่างไร
- นำคลอรีนเทใส่น้ำเสีย
 - นำผักตบชวามาใส่น้ำเสีย
 - สูบน้ำเสียลงคลองหรือท่อระบายน้ำ
 - ไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งโสโครกลงในน้ำเสีย
 - แจ้งเจ้าหน้าที่สำนักงานเขตที่โรงเรียนตั้งอยู่มาช่วยเหลือ
45. ถ้านักเรียนเป็นผู้บริหารประเทศ จะใช้นโยบายใดเกี่ยวกับการป้องกันน้ำเสียไม่ให้เกิดขึ้น และสามารถทำได้นานและมีประสิทธิภาพ
- ออกกฎหมายลงโทษผู้ทิ้งเศษขยะและสิ่งสกปรกลงสู่แม่น้ำ
 - ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ
 - ออกกฎหมายห้ามตั้งโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณแหล่งน้ำ
 - ให้ความรู้แก่เยาวชนในเรื่องน้ำเสียและวิธีป้องกัน
 - ให้ประชาชนจัดบ่อพักน้ำทิ้งไว้ภายในบ้านเรือน

46. นักเรียนสามารถช่วยประหยัดค่าน้ำประปาได้ ยกเว้นข้อใด
- ไม่เปิดน้ำเล่น
 - รดน้ำต้นไม้เท่าที่จำเป็น
 - เมื่อเห็นท่อรั่วบอกผู้ปกครอง
 - ไม่เปิดก๊อกน้ำทิ้งไว้ ขณะที่น้ำไม่ไหล
 - เวลาอาบน้ำด้วยฝักบัวเปิดน้ำทิ้งไว้ขณะถูสบู่
47. การฆ่าเชื้อโรคในขั้นตอนการทำน้ำประปา ควรใช้สารใด
- คลอรีน
 - สารส้ม
 - ปูนขาว
 - โซเดียมคาร์บอเนต
 - ถ่านหินแอนทราไซด์
48. การนำเสียของแหล่งน้ำในกรุงเทพ ฯ ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากอะไร
- น้ำทิ้งจากบ้านเรือน
 - น้ำทิ้งจากโรงพยาบาล
 - น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม
 - น้ำทิ้งจากชุมชนแออัด
 - น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
49. วิธีการแก้ไขในข้อใด ที่ไม่ทำให้ สิ่งปฏิกลจากการเกษตรไหลลงสู่แม่น้ำ
- ให้เกษตรกรไปทำอาชีพอื่น
 - ออกกฎหมายบังคับเกี่ยวกับการใช้น้ำ
 - ออกกฎหมายอย่างหนักกับผู้ทำให้น้ำเสีย
 - ห้ามเกษตรกรใช้น้ำและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
 - ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแก่เกษตรกร

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ (ด.ญ., ด.ช., นาย, น.ส.) สกุล

โรงเรียน

ชั้น ม. / เลขที่

คำชี้แจงในการตอบแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ข้อ
ให้นักเรียนทำทุกข้อ
2. แบบทดสอบแต่ละข้อให้นักเรียนตอบข้อละ 15 นาที
3. นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้าตอบได้มาก ตอบได้หลายแนวทาง ตอบได้แปลก
กว่าคนอื่น ตอบในสิ่งที่คนอื่นคิดไม่ถึง ตอบในสิ่งที่ไม่ได้เรียนปกติ
4. คำตอบทุกคำตอบจะไม่ผิด แต่คำตอบที่จะได้คะแนนต้องเป็นคำตอบที่ใช้หลักการ
และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
5. ให้ตอบคำถามลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อนักเรียนทำจนครบเวลาที่กำหนดแล้วให้นำกระดาษคำตอบส่งกับอาจารย์
ผู้ควบคุมการสอบ
7. ผลการตอบของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อ 1.

“ถ้าในระบบสุริยจักรวาลมีดวงอาทิตย์เกิดขึ้นอีก 1 ดวง ซึ่งเปลี่ยนมาจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบนี้ นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น และดวงอาทิตย์ดวงใหม่นี้ จะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง”

ถ้าเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นเกิดขึ้นจริง ให้นักเรียนพยายามคิดหรือคาดคะเนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์นี้ โดยมีเหตุผลประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้โดยไม่ต้องกลัวผิด เป็นคำตอบที่น่าสนใจและคนอื่นคิดไม่ถึง จงพยายามคิดในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ และนำต้นตอมากที่สุด ภายในเวลา 15 นาที พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบด้วย

1. สิ่งที่เกิดขึ้น
.....
เหตุผล
.....
2. สิ่งที่เกิดขึ้น
.....
เหตุผล
.....
3. สิ่งที่เกิดขึ้น
.....
เหตุผล
.....
4. สิ่งที่เกิดขึ้น
.....
เหตุผล
.....

ข้อ 2.

ถ้านักเรียนเลี้ยงปลาทอง 1 ตัว ไว้ในตู้เลี้ยงปลา นักเรียนสามารถนำปลาทองไปทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไรได้บ้าง โดยไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บหรือตาย

ให้นักเรียนหาวิธีทดลองที่แปลก ๆ ให้มากที่สุด ภายในเวลา 15 นาที โดยอธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ ประกอบด้วย นักเรียนอาจจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใด ๆ ประกอบการทดลองด้วยก็ได้

ตัวอย่าง ต้องการศึกษว่า “ถ้าอากาศน้อยลง ปลาจะจมน้ำหรือลอยน้ำได้ดีขึ้น”
 การทดลอง เอาครอบแก้วที่มีที่สูบลมอากาศออกครอบอ่างปลาไว้ แล้วสูบลมอากาศออกเรื่อย ๆ คอยสังเกตระดับของตัวปลาว่าจะลอยสูงขึ้น หรือจมน้ำลงกันอย่างไร

1. ต้องการศึกษว่า
 การทดลอง

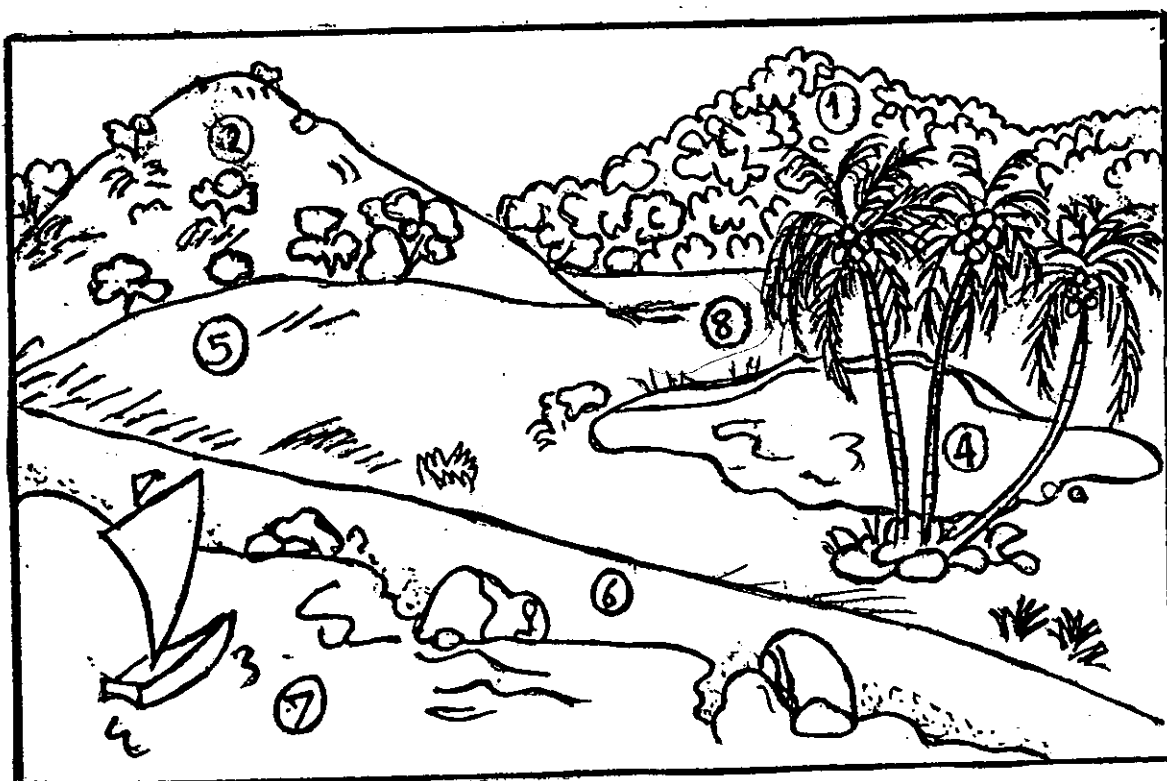
2. ต้องการศึกษว่า
 การทดลอง

3. ต้องการศึกษว่า
 การทดลอง

ข้อ 3.

ถ้านักเรียนมีที่ดินอยู่แปลงหนึ่งซึ่งระบุไว้ตามหมายเลขดังภาพข้างล่างนี้ นักเรียนคิดว่า จะนำที่ดินแปลงนี้มาใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

ให้นักเรียนพยายามจินตนาการที่ดินแปลงนี้ไปใช้ประโยชน์ในเรื่องที่เป็นไปได้ แปลก ๆ ใหม่ ๆ พยายามให้ไม่ซ้ำกับบุคคลอื่นให้มากที่สุด และสามารถคิดใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณ โดยบริเวณหนึ่ง ซ้ำกันก็ได้ ภายในเวลา 15 นาที เขียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้



- หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นไม้
 หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นไม้ (อาจจะมีการปลูกหรือพืชขนาดเล็ก)
 หมายเลข 3 ที่ราบ
 หมายเลข 4 หนองน้ำ (น้ำจืด)
 หมายเลข 5 ที่เนิน
 หมายเลข 6 หาดทราย
 หมายเลข 7 ทะเล

หมายเลข 1 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 2 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 3 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 4 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 5 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 6 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

หมายเลข 7 ใช้ประโยชน์

1.
2.
3.
4.

ฯลฯ

ภาคผนวก ค.
แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
แผนการสอนวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
(กลุ่มทดลอง)

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1 - 4

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

เวลา 4 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำผิวดิน เป็นน้ำที่อยู่บนผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเล มหาสมุทร
2. น้ำใต้ดิน เป็นน้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน แบ่งออกเป็น น้ำในดิน และน้ำบาดาล
3. น้ำในดิน เป็นน้ำที่ซึมอยู่ในดินเหนือชั้นหินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาและถูกดิน ดูดซับน้ำไว้เมื่ออิ่มตัวจะซึมลงไปในดินจนถึงชั้นของหิน ซึ่งจะกั้นน้ำส่วนใหญ่ไม่ให้ซึมผ่านไปได้ ระดับตอนบนสุดของน้ำในดิน เรียกว่า ระดับน้ำในดิน
4. น้ำบาดาล เป็นน้ำที่ซึมอยู่ระหว่างช่องว่างของชั้นหินหรือในเนื้อหินระดับตอนบนสุดของน้ำบาดาล เรียกว่า ระดับน้ำบาดาล
5. การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้แผ่นดินทรุดตัว
6. น้ำในธรรมชาติมีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา โดยอาศัยตัวการต่าง ๆ ได้แก่ ความร้อน ลม พืช และสัตว์ การหมุนเวียนนี้ เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ยกตัวอย่างและอธิบายถึงความสำคัญของแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญได้
2. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำในดิน ระดับน้ำในดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล
3. อธิบายการเกิดน้ำใต้ดิน ทั้งที่เป็นน้ำในดิน และน้ำบาดาลได้
4. อธิบายสาเหตุที่ทำให้ น้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงได้
5. อธิบายถึงผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก ๆ ได้
6. อธิบายความแตกต่างระหว่างบ่อน้ำในดินและบ่อน้ำบาดาลได้
7. บอกประโยชน์และผลกระทบของการสร้างเขื่อนได้
8. อธิบายความหมายของคำว่า วัฏจักรของน้ำได้

9. อธิบายการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนที่ และหมุนเวียนของน้ำได้
10. อธิบายความสำคัญของป่าไม้ที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำได้
11. ตระหนักถึงคุณค่าของป่าไม้ในฐานะที่ช่วยเก็บรักษาน้ำในธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร และดำเนินการตั้งขั้นตอนนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม

3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก

2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสามารถทำการทดสอบได้

2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้

3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่มในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่องน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 2 คาบที่ 5 - 6

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. จุดเดือดของน้ำ เป็นจุดที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ โดยที่ขณะเปลี่ยนสถานะจะมีอุณหภูมิคงที่
2. การควบแน่นของน้ำ เป็นกระบวนการที่ไอน้ำกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำได้ เมื่อกระทบความเย็น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า จุดเดือดน้ำ และการควบแน่นของน้ำได้
2. ทดลองเพื่อหาจุดเดือดของน้ำได้
3. อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่น้ำกำลังเดือดได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำได้รับความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ) และดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ)
2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก
2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสามารถทำการทดสอบได้
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้
3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่ม ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ)
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการ
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 3 คาบที่ 7 - 8

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เป็นจุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง ซึ่งขณะนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิคงที่
2. จุดเยือกแข็ง เป็นจุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็ง ขณะนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิคงที่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และจุดเยือกแข็งของน้ำได้
2. ทดลองเพื่อหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งได้
3. อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง) และดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง)
2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก
2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสามารถทำการทดสอบได้
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้
3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่ม ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง)
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการ
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 4 คาบที่ 9 - 10

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำที่ละลายกับสบู่แล้วให้ฟองเกิดขึ้นได้ง่าย และไม่มีโคลสบู่เกิดขึ้น เรียกว่า น้ำอ่อน
2. น้ำที่ละลายกับสบู่แล้วให้ฟองเกิดขึ้นได้ยาก และมีโคลสบู่เกิดขึ้น เรียกว่า น้ำกระด้าง
3. น้ำกระด้าง เป็นน้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า น้ำอ่อน น้ำกระด้าง น้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวรได้
2. ทดสอบน้ำกระด้างอย่างง่ายได้
3. อธิบายเปรียบเทียบน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง) และดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง)
2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก
2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสามารถทำการทดสอบได้
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้
3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่ม ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง)
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 5 คาบที่ 11 - 12

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำกระด้าง แบ่งออกเป็น น้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวร
2. น้ำกระด้างชั่วคราว เป็นน้ำที่มีสารแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ ส่วนน้ำกระด้างถาวร เป็นน้ำที่มีสารแคลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่
3. น้ำกระด้างชั่วคราวสามารถแก้ความกระด้างได้ด้วยการต้ม และการเติมโซเดียมคาร์บอเนต ส่วนน้ำกระด้างถาวรแก้ความกระด้างได้โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปรียบเทียบน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรได้
2. แก้น้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรได้
3. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำอ่อนและน้ำกระด้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร) และดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร)
2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก
2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผลการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสามารถทำการทดสอบได้
2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้
3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอภิปรายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่ม ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร)
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 6 คาบที่ 13 - 16

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด

เวลา 4 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. การตกตะกอน เป็นกระบวนการทำให้น้ำใส โดยการแยกเอาสารแขวนลอยออกจากของเหลวด้วยการเติมสารเคมีเข้าช่วย เช่น สารส้ม โดยสารส้มจะทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกัน มีน้ำหนักมากขึ้น แล้วจมลงสู่ก้นภาชนะ

2. การกรอง เป็นวิธีการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลว น้ำหรือของเหลวที่ได้ผ่านการกรองแล้ว จะมีลักษณะใส แต่ยังไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่ปนมากับน้ำได้

3. การกลั่น เป็นกระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอนี้ควบแน่นเป็นของเหลวของเหลวที่ได้จากการกลั่นจะมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ต่างจากของเหลวที่นำมากลั่น และสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำถูกแยกออกมา สะอาด สามารถนำมาบริโภคได้

4. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ และไม่เหมาะต่อการบริโภคและอุปโภค

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการของการตกตะกอน การกรอง และการกลั่นได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับการตกตะกอน การกรอง และการกลั่นไปใช้แยกสิ่งเจือปนออกจากน้ำได้อย่างเหมาะสม
3. นำความรู้เกี่ยวกับการแยกสารเจือปนในน้ำไปใช้ในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำที่เหมาะสมได้
4. อธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้
5. ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำประปาและรู้จักใช้น้ำประปาอย่างประหยัด
6. อธิบายความหมายของคำว่าน้ำเสีย

7. อธิบายการเกิดน้ำเสียจากสาเหตุต่าง ๆ ได้
8. บอกวิธีป้องกันน้ำเสียได้
9. มีจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำให้มีสภาพดีได้
10. ช่วยดูแลรักษาแหล่งน้ำในชุมชนให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 6
เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด และดำเนินการตั้งขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 6
เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด

2. นักเรียนเขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคคำถาม

3. นักเรียนเลือกปัญหาจากข้อ 2 1 ปัญหา โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์
ที่กำหนดให้

ขั้นตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่นักเรียนเลือก

2. นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ นำมาเขียนเป็นสมมติฐาน
โดยให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ให้สอดคล้องกับสถานการณ์
และปัญหาที่เลือก และสามารถนำไปทดสอบได้ให้มากที่สุด

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองโดยระบุวิธีการทดลอง และรูปแบบการบันทึกผล
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนด ให้ครอบคลุมปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและ
สามารถทำการทดสอบได้

2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้

3. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง โดยจดบันทึกผลข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการ
ทดลองตามที่ออกแบบไว้ ลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นี้

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และทำแบบประเมินตนเองและกลุ่มในชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 6 เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด
3. อุปกรณ์การทดลองตามที่กำหนดให้

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจแบบฝึกหัด
3. ตรวจชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู
(กลุ่มควบคุม)

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1 - 4

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

เวลา 4 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำผิวดิน เป็นน้ำที่อยู่บนผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเล มหาสมุทร
2. น้ำใต้ดิน เป็นน้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน แบ่งออกเป็น น้ำในดิน และน้ำบาดาล
3. น้ำในดิน เป็นน้ำที่ซึมอยู่ในดินเหนือชั้นหินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาและถูกดิน ดูดซับน้ำไว้เมื่ออิมพัลจะซึมลงไปในดินจนถึงชั้นของหิน ซึ่งจะกั้นน้ำส่วนใหญ่ไม่ให้ซึมผ่านไปได้ ระดับตอนบนสุดของน้ำในดิน เรียกว่า ระดับน้ำในดิน
4. น้ำบาดาล เป็นน้ำที่ซึมอยู่ระหว่างช่องว่างของชั้นหินหรือในเนื้อหินระดับตอนบนสุดของน้ำบาดาล เรียกว่า ระดับน้ำบาดาล
5. การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้แผ่นดินทรุดตัว
6. น้ำในธรรมชาติมีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา โดยอาศัยตัวการต่าง ๆ ได้แก่ ความร้อน ลม พืช และสัตว์ การหมุนเวียนนี้ เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ยกตัวอย่างและอธิบายถึงความสำคัญของแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญได้
2. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำในดิน ระดับน้ำในดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล
3. อธิบายการเกิดน้ำใต้ดิน ทั้งที่เป็นน้ำในดิน และน้ำบาดาลได้
4. อธิบายสาเหตุที่ทำให้ น้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงได้
5. อธิบายถึงผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก ๆ ได้
6. อธิบายความแตกต่างระหว่างบ่อน้ำในดินและบ่อน้ำบาดาลได้
7. บอกประโยชน์และผลกระทบของการสร้างเขื่อนได้
8. อธิบายความหมายของคำว่า วัฏจักรของน้ำได้

9. อธิบายการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนที่ และหมุนเวียนของน้ำได้
10. อธิบายความสำคัญของป่าไม้ที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำได้
11. ตระหนักถึงคุณค่าของป่าไม้ในฐานะที่ช่วยเก็บรักษาน้ำในธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของน้ำ แหล่งน้ำ ทั้งแหล่งน้ำในธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ตลอดจนประเภทของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 2.1

3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลอง 2.1 สาริตถการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวัง

ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง 2.1 ตามขั้นตอนในหนังสือเรียน

2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลองที่ได้จากกิจกรรม 2.1 โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการสรุป

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลองเรื่อง น้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.1

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 2 คาบที่ 5 - 6

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 1 (จุดเดือดของน้ำ)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. จุดเดือดของน้ำ เป็นจุดที่น้ำกำลังเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ โดยที่ขณะเปลี่ยนสถานะจะมีอุณหภูมิคงที่
2. การควบแน่นของน้ำ เป็นกระบวนการที่ไอน้ำกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำได้ เมื่อกระทบความเย็น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า จุดเดือดน้ำ และการควบแน่นของน้ำได้
2. ทดลองเพื่อหาจุดเดือดของน้ำได้
3. อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่น้ำกำลังเดือดได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำได้รับความร้อนและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติบางประการของน้ำ
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 2.2 จุดเดือดของน้ำ
3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลอง 2.2 สาธิตการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวัง

ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนกิจกรรม 2.2 ในหนังสือเรียน
2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลองที่ได้จากกิจกรรม 2.2 จุดเดือดของน้ำ โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการสรุป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลองเรื่อง จุดเดือดของน้ำ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.2 จุดเดือดของน้ำ

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 3 คาบที่ 7 - 8

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 2 (จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เป็นจุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง ซึ่งขณะนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิคงที่
2. จุดเยือกแข็ง เป็นจุดที่น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็ง ขณะนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิคงที่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และจุดเยือกแข็งของน้ำได้
2. ทดลองเพื่อหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งได้
3. อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลวได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวและแปลความหมายจากกราฟได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหลอมละลายของน้ำแข็ง
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 2.2 จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง
3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลอง 2.2 สาธิตการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวัง

ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนกิจกรรม 2.2 จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งในหนังสือเรียน
2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลองที่ได้จากกิจกรรม 2.2 จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการสรุป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลองเรื่อง จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.2 จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 4 คาบที่ 9 - 10

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 3 (น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำที่ละลายกับสบู่แล้วให้ฟองเกิดขึ้นได้ง่าย และไม่มีโคลสบูเกิดขึ้น เรียกว่า น้ำอ่อน
2. น้ำที่ละลายกับสบู่แล้วให้ฟองเกิดขึ้นได้ยาก และมีโคลสบูเกิดขึ้น เรียกว่า น้ำกระด้าง
3. น้ำกระด้าง เป็นน้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แมกนีเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า น้ำอ่อน น้ำกระด้าง น้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวรได้
2. ทดสอบน้ำกระด้างอย่างง่ายได้
3. อธิบายเปรียบเทียบน้ำอ่อนและน้ำกระด้างได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับน้ำในแหล่งต่าง ๆ ที่นำมาใช้ เมื่อนำมาละลายกับสบู่จะมีสมบัติเช่นไร
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 2.3
3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลอง 2.3 สาธิตการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวัง ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมการตามขั้นตอนกิจกรรม 2.3 ในหนังสือเรียน
2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลองที่ได้จากกิจกรรม 2.3 โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการสรุป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง น้ำอ้น - น้ำกระดังงา เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.3

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 5 คาบที่ 11 - 12

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ 4 (น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร)

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. น้ำกระด้าง แบ่งออกเป็น น้ำกระด้างชั่วคราว และน้ำกระด้างถาวร
2. น้ำกระด้างชั่วคราว เป็นน้ำที่มีสารแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายอยู่ ส่วนน้ำกระด้างถาวร เป็นน้ำที่มีสารแคลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่
3. น้ำกระด้างชั่วคราวสามารถแก้ความกระด้างได้ด้วยการต้ม และการเติมโซเดียมคาร์บอเนต ส่วนน้ำกระด้างถาวรแก้ความกระด้างได้โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตเท่านั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เปรียบเทียบน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรได้
2. แก่น้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรได้
3. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำอ่อนและน้ำกระด้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับน้ำกระด้างและสารเคมีที่เจือปนอยู่ในน้ำ ว่า จะทำให้น้ำมีสมบัติอย่างไร และสามารถแก้ความกระด้างของน้ำได้อย่างไร
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมการทดลอง 2.4
3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลอง 2.4 สถิติการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวัง

ในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนกิจกรรม 2.4 ในหนังสือเรียน
2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม 2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการสรุป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง น้ำกระด้างแก้ได้อย่างไร เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรม 2.4

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

ครั้งที่ 6 คาบที่ 13 - 16

ว 101 บทที่ 2 น้ำเพื่อชีวิต

เรื่อง การทำน้ำให้สะอาด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลา 4 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. การตกตะกอน เป็นกระบวนการทำให้น้ำใส โดยการแยกเอาสารแขวนลอยออกจากของเหลวด้วยการเติมสารเคมีเข้าช่วย เช่น สารส้ม โดยสารส้มจะทำให้สารแขวนลอยรวมตัวกัน มีน้ำหนักมากขึ้น แล้วจมลงสู่ก้นภาชนะ
2. การกรอง เป็นวิธีการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหรือของเหลว น้ำหรือของเหลวที่ได้ผ่านการกรองแล้ว จะมีลักษณะใส แต่ยังไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่ปนมากับน้ำได้
3. การกลั่น เป็นกระบวนการต้มของเหลวให้กลายเป็นไอ และไอนี้ควบแน่นเป็นของเหลวของเหลวที่ได้จากการกลั่นจะมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ต่างจากของเหลวที่นำมากลั่น และสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำถูกแยกออกมา สะอาด สามารถนำมาบริโภคได้
4. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ และไม่เหมาะต่อการบริโภคและอุปโภค

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการของการตกตะกอน การกรอง และการกลั่นได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับการตกตะกอน การกรอง และการกลั่นไปใช้แยกสิ่งเจือปนออกจากน้ำได้อย่างเหมาะสม
3. นำความรู้เกี่ยวกับการแยกสารเจือปนในน้ำไปใช้ในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำที่เหมาะสมได้
4. อธิบายกระบวนการทำน้ำประปาได้
5. ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำประปาและรู้จักใช้น้ำประปาอย่างประหยัด
6. อธิบายความหมายของคำว่าน้ำเสีย
7. อธิบายการเกิดน้ำเสียจากสาเหตุต่าง ๆ ได้

8. บอกวิธีป้องกันน้ำเสียได้
9. มีจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำให้มีสภาพดีได้
10. ช่วยดูแลรักษาแหล่งน้ำในชุมชนให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคในแง่ของความสะอาด และวิธีการที่ทำให้น้ำสะอาด
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมลองทำดูเกี่ยวกับเรื่องการกรองและการกลั่น
3. ครูอธิบายวิธีทำการทดลองกิจกรรมลองทำดู สาธิตการจัดอุปกรณ์ และข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติการทดลอง

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมลองทำดูตามขั้นตอนในหนังสือเรียน
2. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบในหนังสือเรียน

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายผลการทดลองจากกิจกรรมลองทำดูเรื่องการกรองและการกลั่น โดยการถามคำถามเพื่อเป็นแนวทางในการสรุป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติการทดลองกิจกรรมลองทำดูเรื่องการกรองและการกลั่น เปรียบเทียบการทำให้น้ำสะอาดทั้ง 2 วิธี เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนทบทวนเนื้อหาในหนังสือเรียนและทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. อุปกรณ์การทดลองตามกิจกรรมลองทำดูในเรื่องการทำให้สะอาด

การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
2. ตรวจแบบฝึกหัด

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

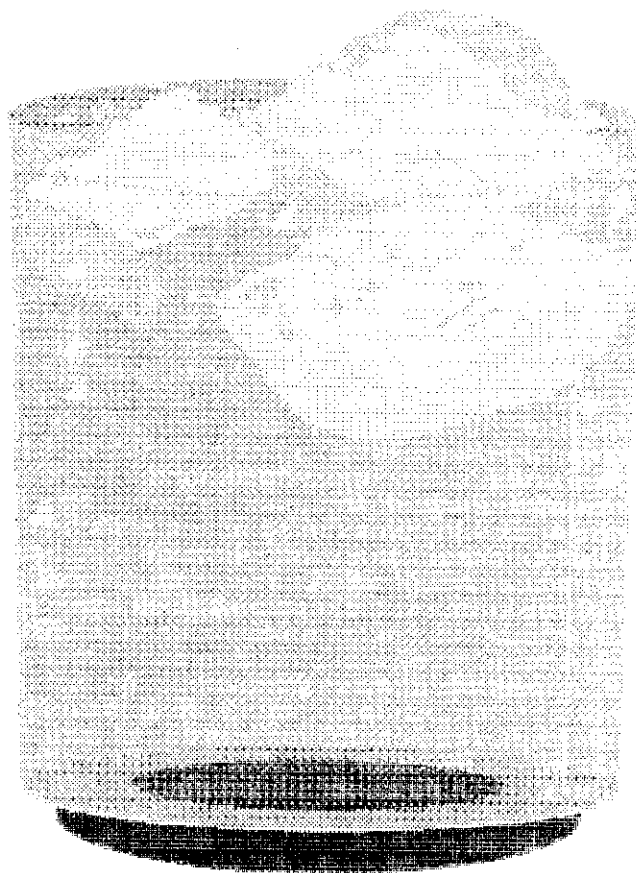
ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ว 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชุดที่ 3

เรื่อง สมบัติบางประการของน้ำ (2)

(จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง)



ชื่อ (ค.ญ.,ค.ช.) สกุล

โรงเรียน

ชั้น เลขที่



คำชี้แจง

ชุดฝึกหัดนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้เรียนจากชุดฝึกหัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นชุดฝึกหัดที่ได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา ทั้งคำถามตามให้นักเรียนสงสัย และหาคำตอบของปัญหาที่นักเรียนสนใจได้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับตัวนักเรียนเอง ควรปฏิบัติตามคำชี้แจงต่อไปนี้ด้วย

1. ชุดฝึกหัดกิจกรรมแก้ปัญหาชุดนี้ใช้เวลาประมาณ 2 คาบ 100 นาที
2. ให้นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 5 คน
3. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม
4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
5. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ และปฏิบัติตามวิธีการในชุดฝึกหัด

ซึ่งใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง
- ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

6. ชุดฝึกหัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะกำหนดให้นักเรียนศึกษาในหนังสือเรียน นักเรียนต้องใช้หนังสือเรียนประกอบ

7. เมื่อทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว กับแบบทดสอบก่อนเรียน หรือรวมทั้งสองข้อ

ผลคะแนน

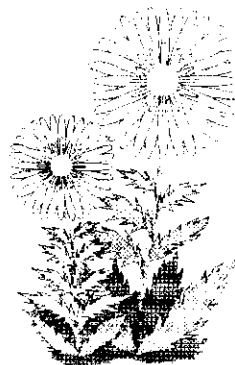
ในบางครั้งของกิจกรรมจะมีคะแนนให้ โดยนักเรียนสามารถนำคะแนนที่ได้เอง มาเป็นนักเรียนเป็นส่วนตัว และเมื่อจบกิจกรรมทุกชั้นเรียนให้นักเรียนมาคะแนนของกิจกรรม และให้นำให้เรียนข้อ



ศึกษาจุดประสงค์นี้และทำแบบทดสอบหน้าต่อไป

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความหมายของคำว่า จุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และจุดเยือกแข็งของน้ำได้
2. ทดลองเพื่อหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งได้
3. อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่ย้ายน้ำแข็งจากหลอมเหลว
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวและแปลความหมายจากกราฟได้



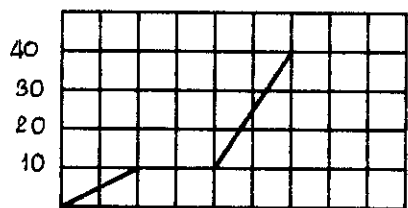
แบบทดสอบก่อนเรียน

จงทำเครื่องหมาย ☐ ล้อมรอบข้อ ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

ใช้กราฟต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 1 - 2

กราฟแสดงการให้ความร้อนแก่สารชนิดหนึ่ง จนกระทั่งกลายเป็นไอ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

เวลา (นาที)

1. สารที่ใช้ทดลองเริ่มหลอมเหลว เมื่อเวลาผ่านไปนานเท่าใด

- ก. 1 นาที
- ข. 2 นาที
- ค. 3 นาที
- ง. 4 นาที
- จ. 6 นาที

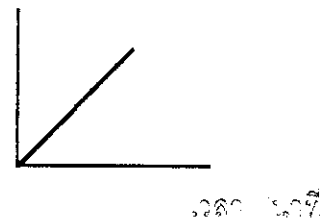
2. สารที่ใช้ทดลองหลอมเหลวหมด ใช้เวลาเท่าใด

- ก. 2 นาที
- ข. 3 นาที
- ค. 4 นาที
- ง. 5 นาที
- จ. 6 นาที

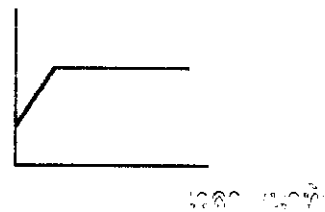
3. ถ้าน้ำแข็งใส่ลงในน้ำจนกระทั่ง

กลายเป็นน้ำเดียวกับน้ำจะเย็น นกราฟใดตามข้อใด

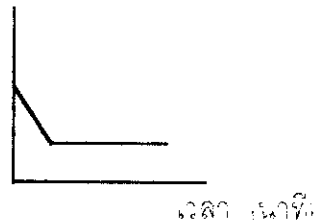
ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



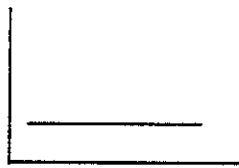
ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



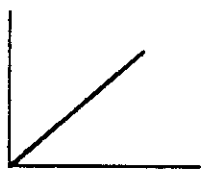
จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

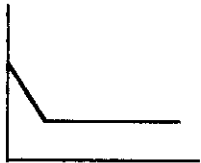
4. ใส่น้ำแข็งใส่ลงในน้ำจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิห้อง จะเขียนกราฟได้ตามข้อใด

ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



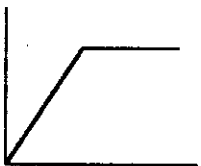
เวลา (นาที)

ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาที)

5. เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง มวลและปริมาตร จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. มวลมากขึ้น ปริมาตรมากขึ้น
- ข. มวลมากขึ้น ปริมาตรลดลง
- ค. มวลคงเดิม ปริมาตรมากขึ้น
- ง. มวลลดลง ปริมาตรมากขึ้น
- จ. มวลลดลง ปริมาตรลดลง

นักเรียนตอบคำถาม
ได้หรือยัง ถูกหรือผิด
ผ่านไปอันนะคะ

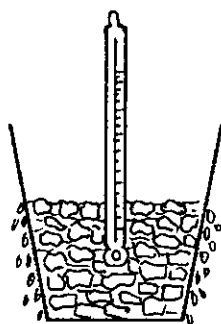


ไม่ต้องกังวลอะไร
ศึกษาต่อไป
นักเรียนจะได้ประโยชน์

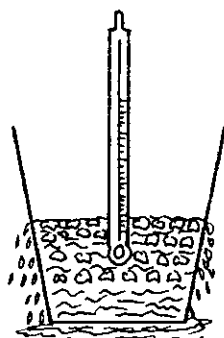


สถานการณ์

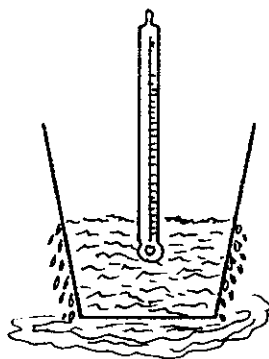
นักเรียนคนหนึ่งได้นำน้ำแข็งใส่แก้วตั้งทิ้งไว้ ดังภาพ



ภาพที่ 1 น้ำแข็ง ณ เวลานั้น

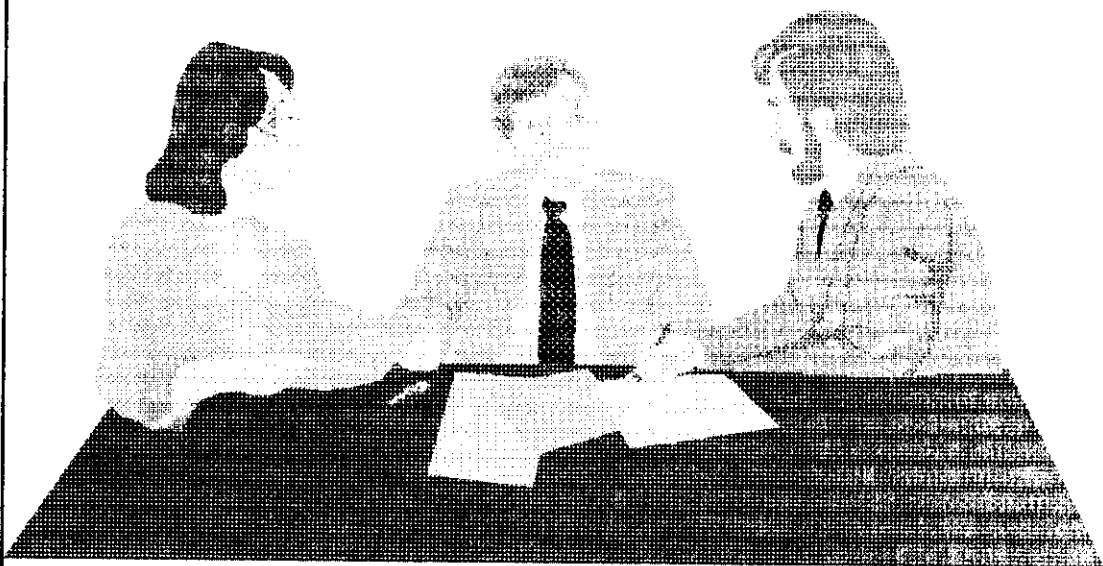


ภาพที่ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที น้ำแข็งหลอมละลาย ดังภาพ



ภาพที่ 3 เมื่อเวลาผ่านไป 12 นาที น้ำแข็งหลอมละลายหมด ดังภาพ

ชั้นระบุปัญหา



....?....

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ปัญหา หมายถึง ข้อสงสัยที่ต้องพิจารณาแก้ไข โดยให้เขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

ตัวอย่าง ทำไมจึงมีหยดน้ำเกาะที่ข้างแก้วน้ำ



เมื่อนักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้ว มีข้อสงสัยใดบ้าง ให้เขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

1.
2.
3.
4.
5.

หมายเหตุ

ถ้านักเรียนไม่มีข้อสงสัยเลย

จะไม่ได้คะแนน

ถ้านักเรียนมีข้อสงสัย

ได้ข้อละ 1 คะแนน

ถ้านักเรียนมีข้อสงสัย และข้อสงสัยนั้นครอบคลุมสถานการณ์

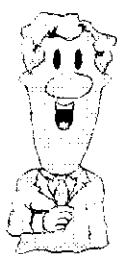
ให้ข้อละ 2 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน

เท่ากับ คะแนน

ข้อสงสัยที่นักเรียนเขียนอยู่ในรูปของประโยคคำถามข้างบนก็คือปัญหา
ที่นักเรียนจะต้องแก้เขานั้นเอง





ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยเลือกปัญหาจากกลุ่มมา 1 ปัญหา ให้ครอบคลุม
สถานการณ์ที่ได้ศึกษาและสามารถนำมาทดสอบได้

ปัญหาที่เลือก คือ

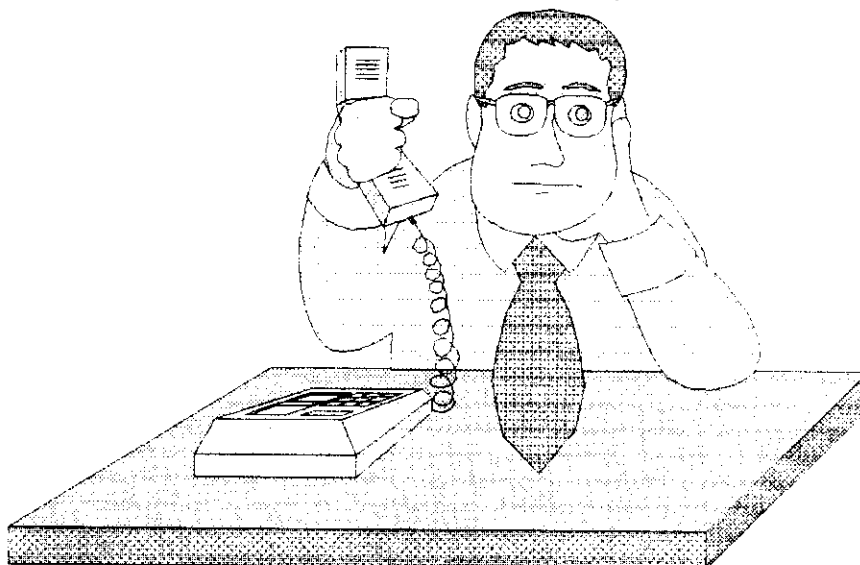
หมายเหตุ

ถ้านักเรียนเลือกปัญหาได้ครอบคลุมสถานการณ์ ได้คะแนน 5 คะแนน

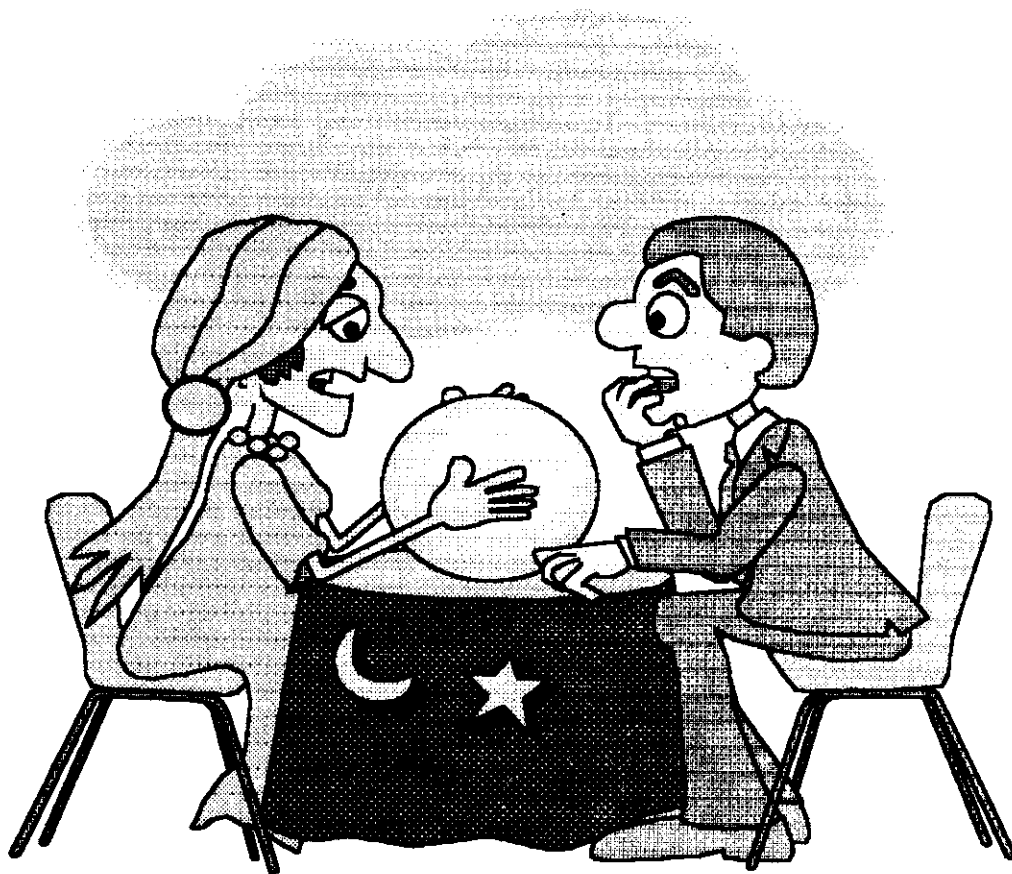
ถ้าเลือกได้แต่ไม่ครอบคลุมสถานการณ์ ได้คะแนน 1 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน

การที่จะได้มาซึ่งปัญหาไม่ยากเลยนะ !
ถ้าเราเป็นคนช่างสังเกต



ชั้นตั้งสมมติฐาน



ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คาดเดาไว้ล่วงหน้า

มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นนี้จะถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบจากข้อมูลที่ได้หลังจากการทดลอง ซึ่งจะนำมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ

หรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น

เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

จากปัญหาที่เลือก ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้และให้นักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ ให้สอดคล้องกับปัญหาที่เลือก

สาเหตุของปัญหา คือ

1.
2.
3.
4.
5.



หมายเหตุ

ถ้านักเรียนไม่บอกสาเหตุของปัญหาเลย จะไม่ได้คะแนน

ถ้านักเรียนบอกสาเหตุของปัญหา ให้ข้อละ 1 คะแนน

ถ้านักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้และสอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนเลือก ให้ข้อละ 2 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน

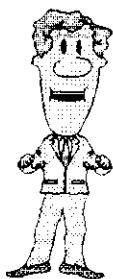
สาเหตุของปัญหาที่เลือก คือ

หมายเหตุ

ถ้านักเรียนเลือกสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้และสอดคล้องกับปัญหา
ได้คะแนน 5 คะแนน

ถ้าเลือกได้แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา ได้คะแนน 1 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน



ต่อจากนั้นให้นักเรียนนำสาเหตุของปัญหาและปัญหาที่เลือกเขียนเป็นสมมติฐาน
ให้อยู่ในรูปของประโยค “ถ้า ดังนั้น ” ให้มากที่สุด

สมมติฐาน คือ

1.
2.
3.
4.
5.

หมายเหตุ

ถ้านักเรียนไม่เขียนสมมติฐานเลย จะไม่ได้คะแนน

ถ้านักเรียนเขียนสมมติฐาน ได้คะแนนข้อละ 1 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด
และเป็นสมมติฐานที่สามารถนำมาทดสอบได้

สมมติฐาน คือ



หมายเหตุ

นักเรียนเลือกสมมติฐานได้ ได้คะแนน 5 คะแนน
แต่ถ้าสมมติฐานนั้นสอดคล้องกับสถานการณ์และปัญหา ได้คะแนน
10 คะแนน
ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน



จากสมมติฐานที่นักเรียนเขียนขึ้นมา ให้นักเรียนกำหนดสิ่งต่อไปนี้

ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

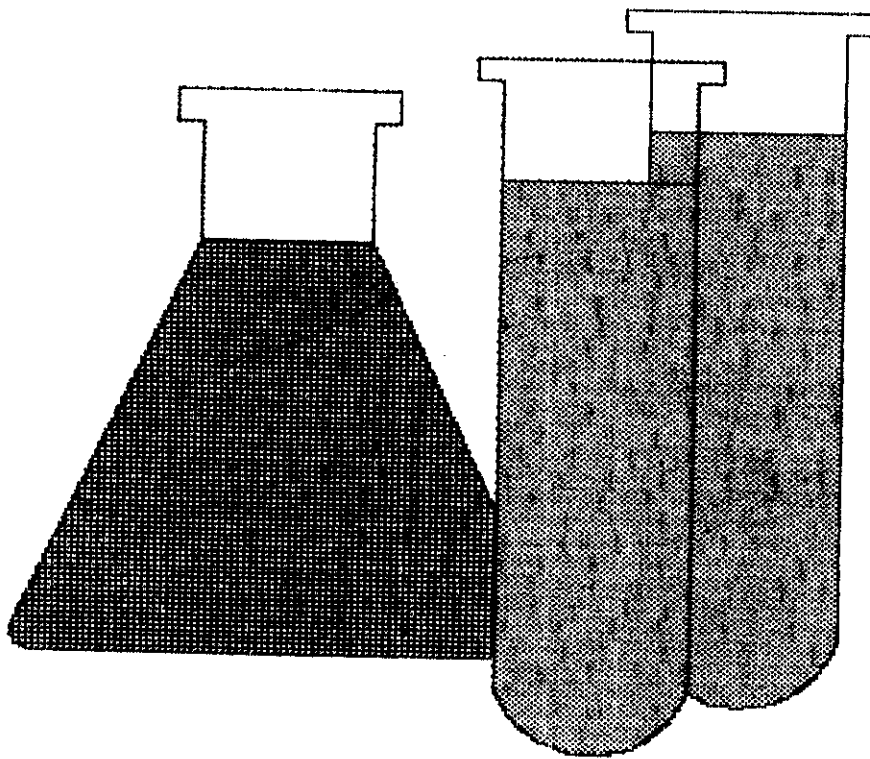
หมายเหตุ

นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้นได้	ให้	5	คะแนน
นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรต้นได้	ให้	0	คะแนน
นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรตามได้	ให้	5	คะแนน
นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรตามได้	ให้	0	คะแนน
ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ			คะแนน



อิม ! ... ได้คำตอบของปัญหาแล้ว
จะต้องพิสูจน์ต่อไป

๕ ขั้นตอนทดลอง



ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

1. น้ำแข็งหุบละเอียด	30	cm ³
2. ถ้วยพลาสติกเบอร์ 1	1	ใบ
3. เทอร์โมมิเตอร์	1	อัน
4. แท่งแก้วสำหรับคน	1	อัน
5. ขาดั่งและที่จับหลอดทดลอง	1	ชุด

3.1 การออกแบบการทดลอง ให้ดำเนินการดังนี้

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง
ก่อนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง รูปแบบการบันทึกผลการทดลอง
ครอบคลุมสมมติฐาน ตัวแปรต้นหรือตัวแปรที่จะศึกษา ควบคุมตัวแปรที่ไม่ต้องการ
ที่จะศึกษาซึ่งมีผลอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ และจะได้ผลการทดลอง
หรือตัวแปรตาม

นักเรียนจะออกแบบวิธีการทดลองอย่างไรให้ครอบคลุมสมมติฐาน
ปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียด จัดกลุ่มและสามารถ
ปฏิบัติได้)

วิธีการทดลอง มีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



หมายเหตุ

นักเรียนเขียนวิธีทดลองได้ครอบคลุมสถานการณ์และสมมติฐาน
ได้คะแนน 5 คะแนน

นักเรียนเขียนวิธีทดลองได้ ได้คะแนน 0 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน

การบันทึกผลการทดลอง ควรเป็นรูปแบบใด (กราฟ ตาราง
ข้อความบรรยาย หรือ อื่น ๆ) ให้สอดคล้องกับวิธีการทดลองที่จะทำ

รูปแบบการบันทึกผลการทดลอง เป็นดังนี้



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ

นักเรียนสามารถกำหนดรูปแบบการทดลองได้ ให้คะแนน 5 คะแนน

นักเรียนไม่สามารถกำหนดรูปแบบการบันทึกผลการทดลองได้

ให้คะแนน 0 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน



3.2 ปฏิบัติการทดลอง (ตามวิธีการที่ออกแบบไว้)

3.3 การบันทึกผลการทดลอง (ตามรูปแบบที่ระบุไว้)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ

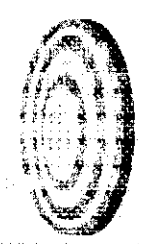
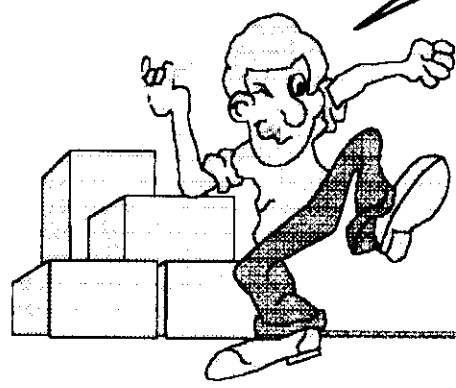
นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่กำหนด ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่กำหนดและลงรายละเอียดของ

ผลที่สังเกต ได้คะแนน 5 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน

เจียดไปหน่อยอะ !



สรุปผลการทดลอง



ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (ให้ครอบคลุมสถานการณ์ ปัญหา และสมมติฐานที่ตั้งไว้)
สรุปผลการทดลอง ดังนี้



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

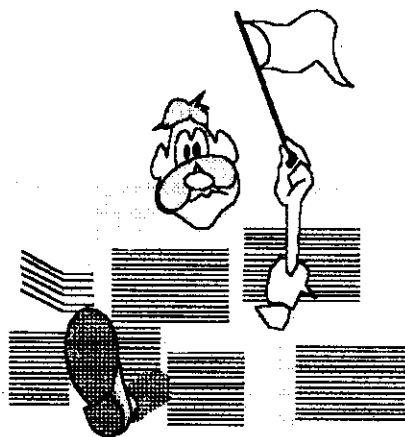
.....

หมายเหตุ

นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ครอบคลุมสถานการณ์และสมมติฐาน
ได้คะแนน 5 คะแนน

ดังนั้น นักเรียนได้คะแนน เท่ากับ คะแนน



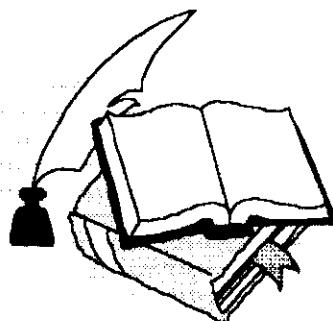
ในที่สุด ! ชัยชนะก็เป็นของเรา

นักเรียนได้คะแนนกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์เท่าไร
ลองรวมคะแนนดูซิ

ขั้นที่ 1	ขั้นระบุปัญหา		คะแนน
ขั้นที่ 2	ขั้นตั้งสมมติฐาน		คะแนน
ขั้นที่ 3	ขั้นทดลอง		คะแนน
ขั้นที่ 4	ขั้นสรุปผลการทดลอง		คะแนน
รวมคะแนนทั้งหมด			คะแนน



ศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียน หน้า 63 - 66 และทำแบบฝึกหัด
ในชุดฝึกหน้าต่อไป



แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ด้วยความสมบูรณ์

1. การหลอมเหลวของน้ำแข็ง คือ

.....

2. จุดที่น้ำแข็งหลอมเหลวหมด เรียกว่า

3. ขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเกิดขึ้นบ้าง (จงอธิบาย)

.....

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนนำความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและน้ำแข็งกำลัง

หลอมละลาย จากผลการทดลองที่นักเรียนบันทึกไว้ มานำเสนอในรูปของกราฟเส้น จะเขียน
ได้อย่างไร (จงแสดง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลองคิดเล่น ๆ



ถ้าประเทศไทยมีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 0°C นักเรียนคิดว่าจะมีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นบ้าง ให้นักเรียนตอบให้มากที่สุด คำตอบละ 1 คะแนน

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

นักเรียนตอบคำถามได้หลายคำตอบใช้ไหมคะ
เก่งจริง ๆ เลยค่ะ



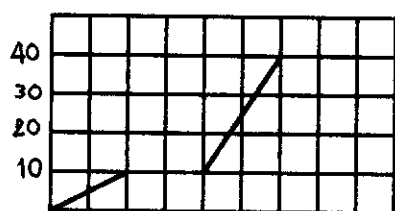
แบบทดสอบหลังเรียน

จงทำเครื่องหมาย ☐ ล้อมรอบข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ใช้กราฟต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 1 - 2

กราฟแสดงการให้ความร้อนแก่สารชนิดหนึ่ง จนกระทั่งกลายเป็นไอ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

เวลา (นาที)

1. สารที่ใช้ทดลองเริ่มหลอมเหลว เมื่อเวลาผ่านไปนานเท่าใด

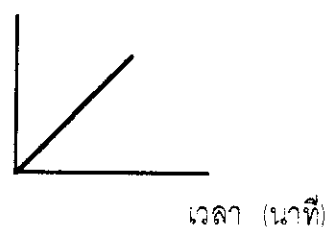
- ก. 1 นาที
- ข. 2 นาที
- ค. 3 นาที
- ง. 4 นาที
- จ. 6 นาที

2. สารที่ใช้ทดลองหลอมเหลวหมด ใช้เวลาเท่าใด

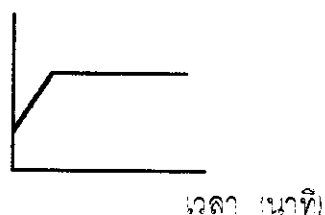
- ก. 2 นาที
- ข. 3 นาที
- ค. 4 นาที
- ง. 5 นาที
- จ. 6 นาที

3. ถ้านำน้ำแข็งใส่ลงไปในน้ำจนกระทั่งกลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำจะเขียนกราฟได้ตามข้อใด

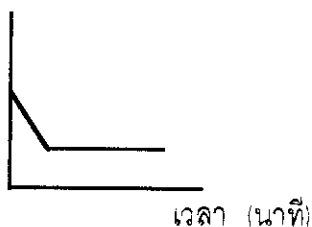
ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



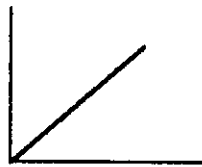
จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาฬิกา)

4. ถ้าให้น้ำแข็งใส่ลงไปในน้ำจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิห้อง จะเขียนกราฟได้ตามข้อใด

ก. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



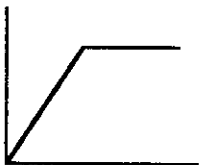
เวลา (นาฬิกา)

ข. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



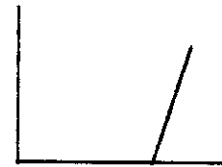
เวลา (นาฬิกา)

ค. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาฬิกา)

ง. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาฬิกา)

จ. อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



เวลา (นาฬิกา)

5. เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง มวลและปริมาตร จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- มวลมากขึ้น ปริมาตรมากขึ้น
 - มวลมากขึ้น ปริมาตรลดลง
 - มวลคงเดิม ปริมาตรมากขึ้น
 - มวลลดลง ปริมาตรมากขึ้น
 - มวลลดลง ปริมาตรลดลง

เสร็จแล้วมารับเอกสาร
ที่ครูกลุ่มละ 1 ชุด
ไปตรวจค่ะ

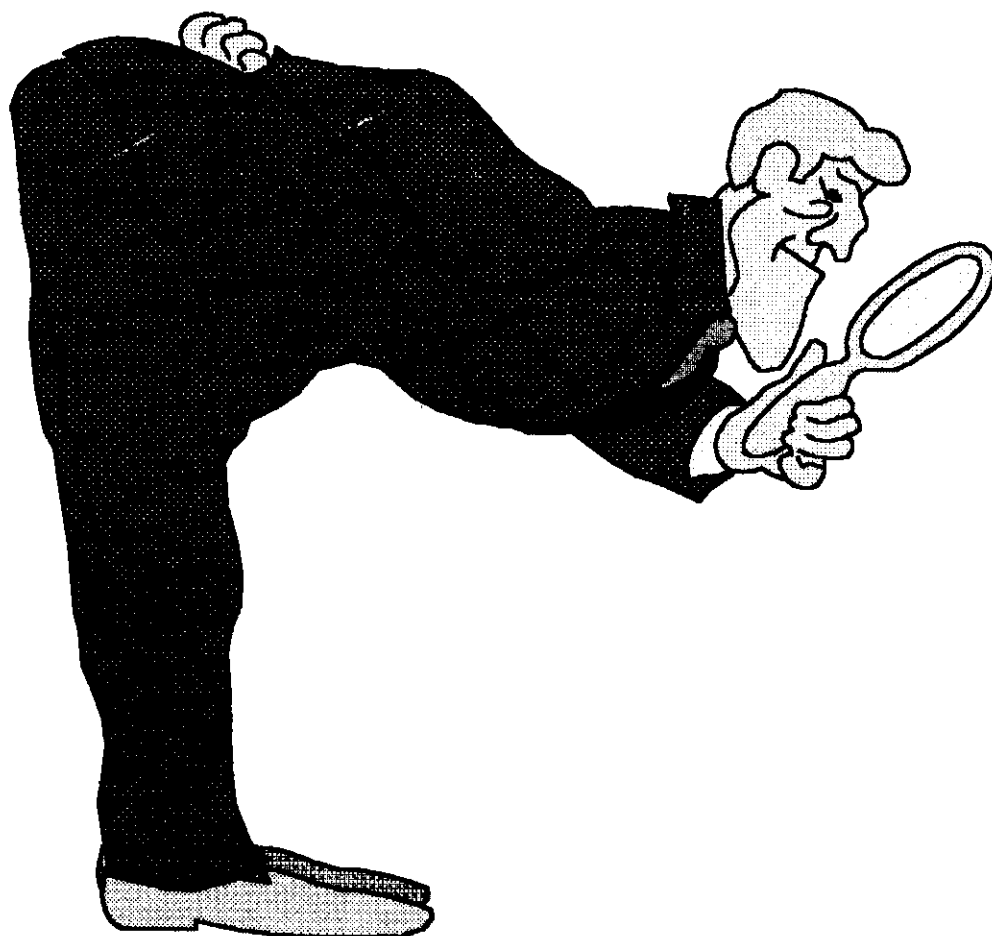


เมื่อจบกิจกรรมในชุดนี้
อย่าลืม ! ส่งชุดฝึก ๗นี้
ให้ครูด้วยนะคะ

สรุปคะแนนที่ได้จากการฝึกกิจกรรมในชุดนี้

แบบทดสอบก่อนเรียน	 คะแนน
กิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอนรวม	 คะแนน
แบบทดสอบหลังเรียน	 คะแนน
รวมคะแนนทั้งหมด	 คะแนน





**จบกิจกรรมแล้วครับ !
ลองประเมินตนเองและกลุ่ม โดยทำแบบสำรวจหน้าต่อไป**

แบบสำรวจตนเอง

จงใส่เครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของคุณ

1. กล้าแสดงความคิดเห็นและกล้าตัดสินใจเมื่อทำงานร่วมกับเพื่อน

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

2. ยอมรับฟังคำวิจารณ์ ข้อได้แย้ง ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลจากเพื่อนร่วมงาน

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

3. มีความเสียสละ อาสารับทำงานกลุ่ม

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

4. ให้อภัยในข้อผิดพลาดของเพื่อนที่เกิดขึ้นเมื่อร่วมงานกัน

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง

☐ ยังต้องปรับปรุง

แบบสำรวจการทำงานของกลุ่ม

จงใส่เครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

1. กลุ่มของเรามีการเลือกผู้นำอภิปรายกลุ่มในการวางแผน

☐ มี
 ☐ ไม่มี
2. กลุ่มของเรามีการวางแผนระเบียบข้อตกลงร่วมกันที่จะทำให้กลุ่มไปสู่เป้าหมายหรือความสำเร็จของกลุ่ม

☐ มี
 ☐ ไม่มี
3. สมาชิกของกลุ่มยอมปฏิบัติตามความคิดเห็นของกลุ่ม

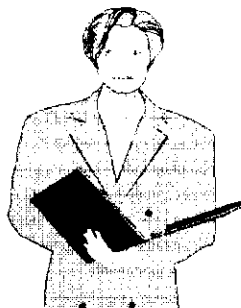
☐ ใช่
 ☐ ไม่ใช่
4. สมาชิกของกลุ่มใช้เหตุผลเป็นพื้นฐานในการยอมรับกัน

☐ ใช่
 ☐ ไม่ใช่
5. กลุ่มแก้ปัญหาโดยลงมติด้วยคะแนนเสียงข้างมาก

☐ ใช่
 ☐ ไม่ใช่
6. สมาชิกในกลุ่มมีการโต้เถียงกันเพื่อยืนยันความเห็นของแต่ละคน

☐ ใช่
 ☐ ไม่ใช่
7. สมาชิกภายในกลุ่มของเรามีความเห็นพ้องกันเกี่ยวกับการรวมทำกิจกรรมครั้งนี้เกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก
 ☐ ปานกลาง
 ☐ ดี
 ☐ ยังต้องปรับปรุง



ขอชื่นชมนักเรียนมากนะค่ะที่ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จ
คราวหน้าพบกันใหม่ สวัสดีค่ะ !

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาววัชรีย์	ชื่อสกุล เลียนบรรจง
เกิดวันที่ 20	เดือน พฤศจิกายน พุทธศักราช 2507
สถานที่เกิด	อำเภอทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	14/1 หมู่ที่ 1 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220 โทร. 570 - 2171
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ ถนนพระรามที่ 5 แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โทร. 243 - 3219, 280 - 3932
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2526	มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2530	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2539	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรม
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

วัชรีย์ เลี่ยนบรรจง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2539

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 348 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คน เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 101 เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ใช้เวลาศึกษาค้นคว้า 16 คาบ คาบละ 50 นาที กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.66 และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.53 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t - test Independent ในรูปคะแนนแตกต่าง (Difference Score)

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**A STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT
AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING TAUGHT THROUGH
THE SCIENCE PROBLEM SOLVING PACKAGES
AND THE TEACHER'S MANUAL**

**AN ABSTRACT
BY
WATCHAREE LIANBANJONG**

**Presented in partail fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakarinwirot University
October 1996**

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa I students' the Science Achievement and Scientific Creative Thinking taught through the Science Problem Solving Packages and the teacher's manual.

The samples of this study were 348 students in Mathayom Suksa I of Watnoinopphakhun School, Dusit District, Bangkok Province, during the first semester of the 1996 academic year. The samples were divided into the experiment and control group. There were 35 students in each group. Both groups studied for 16 periods and with 50 minutes each and were taught the same contents about "Water For Live". The experiment group was taught through the Science Problem Solving Packages. The control group was taught through the teacher's manual. Randomized Control Group Pretest - Posttest Design was used in the study. The instruments of this study were the Science Problem Solving Packages, the Science Achievement Test (reliability = 0.66) and the Science Creative Test (reliability = 0.53). The statistical data was analyzed by using t - test Independent method in the form of Difference Score.

The results of this study indicated that :

1. The Science Achievement of Mathayom Suksa I students' taught through the Science Problem Solving Packages and the teacher's manual were significantly different at the .01 level.
2. The Scientific Creative Thinking of Mathayom Suksa I students' taught through the Science Problem Solving Packages and the teacher's manual were significantly different at the .01 level.