

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบ
แบบจำลองทฤษฎีกับโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

สมศักดิ์ อินทรวงษ์

15 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2529

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177045

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ให้พิจารณาปริญญาโท
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาตามบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน	 ประธาน
..... กรรมการ	 กรรมการ
..... กรรมการ	 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เนื่องจากความอนุเคราะห์ของ ดร. ชูติมา วัชมะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จีราภรณ์ บุญส่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวอนไพบูลย์ ที่ได้ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีตลอดเวลา ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ชูติมา วัชมะศิริ คุณสมสมัย สมทรัพย์ คุณจุลจักร โนนันท์ คุณอุทัย บุญมาดี คุณวิฑูร สมพงษ์ คุณศิริลักษณ์ วังเกษร คุณอุษา คำระกอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขแผนการสอนและแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเกาะคาวิทยาคม และท่านผู้ช่วย-ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่โรงเรียนไหล่หินวิทยา และท่านผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง พร้อมทั้งขอขอบพระคุณคณาจารย์ ขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนเกาะคาวิทยาคม โรงเรียนไหล่หินวิทยา ที่ได้ให้ความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขออุทิศเพื่อเป็นการระลึกถึงคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ของผู้วิจัยทุกท่าน

สมพันธ์ อินทรวง

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	พฤติกรรมการเรียนการสอน	10
	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	19
	ความคิดสร้างสรรค์	22
	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	27
	การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	29
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน	31
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับความคิด สร้างสรรค์	35
3	วิธีดำเนินการ	38
	การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	38
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	38
	วิธีดำเนินการทดลอง	42
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	43

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	44
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตาม คู่มือครูของ สสวท.	45
เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี	46
เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท.	47
เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอน ตามคู่มือครูของ สสวท.	48
เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.	48
เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับ การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	49
เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับ การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	50

เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่ว ในการคิดของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลอง ทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	51
เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่สอน ตามคู่มือครูของ สสวท.	52
เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตาม คู่มือครูของ สสวท.	53
5. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	54
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	54
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	55
วิธีดำเนินการวิจัย	56
การวิเคราะห์ข้อมูล	56
สรุปผลการทดลอง	57
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	59
ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	75
ก. แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี	76
ข. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	96
ค. ค่าความยากง่ายและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	116

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบกิจกรรมการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. กับการสอนโดย การสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี	8
2	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง	45
3	เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	46
4	เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	47
5	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม	48
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	49
7	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	50
8	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่ว ในการคิดของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	51
9	เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตาม คู่มือครูของ สสวท.	52
10	เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม ทดลองกับกลุ่มควบคุม	53

11	ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	117
12	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	118
13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนการเรียน และสอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง	119
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนการเรียน และสอบหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม	120
15	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนการเรียนและ สอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง	121
16	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนการเรียนและ สอบหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม	122

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงแบบโครงสร้างทางสถิติไถ่ถอนของกิลฟอร์ด	23
---	---	----

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว เกิดจากความรู้ความสามารถของมนุษย์ การที่จะพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายในประเทศนั้น จำเป็นต้องพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ภายในชาติ ให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาบุคคลภายในชาตินั้น เริ่มจากการให้การศึกษา โดยเฉพาะเยาวชนของชาติที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ในโอกาสข้างหน้า ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องให้เยาวชนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อันหมายถึงให้เยาวชนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังคำกล่าวของ อารี สัตหจวี (อารี สัตหจวี 2518 : 208) ที่ว่า การศึกษาเพื่อความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็น ในสังคมปัจจุบันนี้เพราะสังคมเปลี่ยนแปลง มีปัญหาใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลา เยาวชนไทยจะต้องได้รับการฝึกให้รู้จักวิธีการคิดใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาในขณะเดียวกัน ก็ควรเสริมสร้างให้เด็ก มีความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์อีกด้วย

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันยึดหลักสูตรของ สสวท. มุ่งให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (มานี จันทวิมล 2520 : 9) อย่างไรก็ตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ได้กำหนดปัญหาวิธีการทดลองตารางบันทึกผลการทดลอง และคำถามไว้แล้ว นักเรียนเพียงแค่ดำเนินการตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ก็จะได้คำตอบหรือสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่ง แฮนสัน (Hanson. 1976 : 32 - 33) เห็นว่าโดยข้อเท็จจริงแล้ว เป็นการชักจูงให้นักเรียนยอมรับปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาในแบบเรียน ซึ่งก็เหมือนกับการให้ความรู้แบบบังคับนั่นเอง กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแบบ สสวท. ซึ่งนักเรียนได้รับในสิ่งที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ประกอบด้วย (สมจิต สุวณัฏฐกุล 2525 : 2)

ข้อเท็จจริง (fact) มโนคติ (concept) หลักการ (principle) กฎ (law) ทฤษฎี (theory) สมมติฐาน (hypothesis) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการศึกษาความรู้ในขอบข่ายของข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้ว ผู้ศึกษาก็ได้เพียงสะสมความรู้หรือหลักการใหม่ ๆ เพิ่มเติมเท่านั้น โชวาบ (พิศาล สร้อยสุหรำ 2525 : 20 อ้างอิงมาจาก Klopfer : 1971) เรียกกิจกรรมดังกล่าวเหล่านี้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้แบบ Stable inquiry แต่ในบางครั้งถ้าข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษายังไม่ได้กำหนดให้ชัดเจนลงไป หรือในกรณีที่เกิดปัญหาเนื่องจากพบว่า การค้นคว้าที่ได้ขัดกับข้อสรุปที่เคยมีอยู่เดิม เมื่อนักเรียนก็จะมีโอกาสเข้าร่วมในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากับข้อเท็จจริง และหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ภายในของเรื่องที่ศึกษา (Fluid inquiry) แบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นสามารถที่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง และหลักการเหล่านั้นได้ พิศาล สร้อยสุหรำ (พิศาล สร้อยสุหรำ 2525 : 21) กล่าวว่า ครูวิทยาศาสตร์ไม่ควรที่จะดำเนินการสอนเนื้อหาความรู้เฉพาะในส่วนที่เป็นผลงานของนักวิทยาศาสตร์อื่นได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐาน กฎ ทฤษฎี ครูควรที่จะจัดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่สอดคล้องกับ ข้อเท็จจริง มโนคติ และหลักการหรือกฎ ฝึกให้ดำเนินการ สังเกต ทดลอง พิสูจน์ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงและค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทั้งที่เป็นความจริงก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งธรรมชาติของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาเป็นวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบคิด และค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของ เพียเจต์ (Piaget's Cognitive Development Theory) (พยอม วงศ์สารศรี 2526 : 156) ในขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) ในช่วงอายุ 11-15 ปี ระยะนี้เด็กมีความคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงนามธรรมคือสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากสิ่งแวดล้อมที่ประสบอยู่ สามารถตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานได้ เด็กในวัยนี้สนใจในการสร้างทฤษฎีและกฎเกณฑ์ ชอบสร้างจินตนาการ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าจะสรรหารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเอง แล้วก็จะเป็นการพัฒนาการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพในแนวทางที่ต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าการนำเอา วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลอง ทฤษฎีมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ จะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อันจะเป็นแนวทาง ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย การสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียน ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
7. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้านี้ทำให้ทราบผลการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลอง ทฤษฎีซึ่งสามารถช่วยเป็นแนวทางให้ครูเลือกใช้วิธีสอนได้มากขึ้น และมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. ผลการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำไปสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ได้ตัวอย่างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เรื่อง "สมบัติของสาร"

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนไผ่หลินวิทยา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จำนวน 110 คน แบ่งเป็น 3 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไผ่หลินวิทยา ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 60 คน จากนักเรียน 110 คน แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน
 - 2.1 กลุ่มทดลองสอนตามแผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลอง ทฤษฎี
 - 2.2 กลุ่มควบคุมสอนตามแผนการสอนตามคู่มือครู สสวท.
3. เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ เรื่อง สมบัติของสาร เป็นเนื้อหา ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ปีพุทธศักราช 2521 ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว. 102)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอน ซึ่งจำแนกเป็น
 - 1.1 การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
 - 1.2 การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบจำลองทฤษฎี (Theoretical Model) หมายถึง ข้อความที่นักเรียนเขียนขึ้นหลังจากสรุปการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในเรื่องที่ศึกษา

2. การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ แล้วเขียนข้อความเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปจากการสังเกตกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

- 2.1 ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี
 - 2.1.1 นักเรียนสังเกตวัตถุและอภิปรายสรุปผลการสังเกต
 - 2.1.2 นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทฤษฎี
 - 2.1.3 นักเรียนสร้างแบบจำลองทฤษฎี
 - 2.1.4 ตั้งสมมติฐานจากแบบจำลองทฤษฎี

2.2 ขั้นการทดลอง

2.2.1 อภิปรายและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.2.2 ทำการทดลองตามข้อ 2.2.1

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

2.3.1 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

2.3.2 แก้ไข ปรับปรุง แบบจำลองทฤษฎี

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ตามการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ของ ครอปเฟอร์ ดังนี้

3.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคย เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ สิ่งกับ การแปลความหมาย การลำดับขั้นตอน ปรากฏการณ์ที่เกิดจากธรรมชาติ หรือจากการทดลอง การจัดหมวดหมู่ของสิ่งของโดยใช้ลักษณะ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดหมวดหมู่ของวัตถุ วิธีการขั้นตอนที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ กฎเกณฑ์หรือ หลักการทฤษฎีความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่ ๆ และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็น สัญลักษณ์อื่น

3.2 การเห็นปัญหาและแนวทางที่จะแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการ ตั้งสมมติฐาน เลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และออกแบบการทดลองที่ เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถฝึกปฏิบัติในการจัด กระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยการเสนอข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของฟังก์ชัน การแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.4 การนำความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

4. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งวัดได้จากผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังการทดลอง

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองในการคิดหลายทิศทาง ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้านคือ ความคล่องในการคิดเป็นการกระตุ้นความคิดจากภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้เพื่อให้เกิดความคล่องตัว และมั่นใจมากขึ้น ความยืดหยุ่นในการคิดเป็นการพิจารณาคำตอบได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางแปลกใหม่

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดหลายทิศทาง ในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดหลายทิศทางแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

6.1 ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่มีใครในกลุ่ม

6.2 ด้านความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

6.3 ด้านความคล่องในการคิด หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบให้คล่องแคล่ว รวดเร็วและมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ สุมาลี กาญจนชาติ

7. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งวัดได้จากผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง

ตาราง 1 เปรียบเทียบการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

การสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
1. ขั้นตอนปริญก่อนการทดลอง 1.1 อภิปรายปัญหา 1.2 อภิปรายจุดประสงค์การทดลอง 1.3 อภิปรายวิธีทดลอง 1.4 อภิปรายข้อควรระวังในการทดลอง 2. ขั้นตอนการทดลอง ทำการทดลองตามที่ให้ในแบบเรียน 3. ขั้นตอนปริญหลังการทดลอง นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายสรุปเป็นความรู้ใหม่	1. ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี 1.1 นักเรียนสังเกตและอภิปรายสรุปการสังเกต 1.2 นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทฤษฎี 1.3 สร้างแบบจำลองทฤษฎี 1.4 ตั้งสมมติฐานจากแบบจำลองทฤษฎี 2. ขั้นตอนการทดลอง 2.1 ออกแบบการทดลองและอภิปรายก่อนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน 2.2 ทำการทดลองตามข้อ 2.1 3. ขั้นตอนปริญหลังการทดลอง 3.1 อภิปรายสรุปผลการทดลอง 3.2 แก้ไข ปรับปรุง แบบจำลองทฤษฎี

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกัน

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

9. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย แยกเป็นประเภท
ได้ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม การเรียนการสอน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
4. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม การเรียนการสอน

พิศาล สร้อยสุทนต์ (พิศาล สร้อยสุทนต์ 2525 : 7 - 36) กล่าวว่า
วัตถุประสงค์ให้ผู้สอนวิชาศาสตร์ต้องการจะให้บรรลุถึงนั้น สามารถระบุพฤติกรรมที่คาดหวัง
ไว้ว่า นักเรียนจะแสดงออกในด้านต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ความรู้และความเข้าใจ

พฤติกรรมจำพวกนี้เป็นพฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยได้รับมาจากแหล่งทุติยภูมิ เช่นจากการอ่านหนังสือ จากการฟังคำบรรยาย หรือ
จากการสร้างข้อสรุป ทฤษฎี จากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ อันถือว่าการได้รับความ
รู้จากแหล่งปฐมภูมิ ซึ่งพฤติกรรมความรู้ความเข้าใจแบ่งเป็นประเภท ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความรู้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนและจดจำข้อเท็จจริงบางอย่างเหล่านี้ได้
2. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ในเรื่องของคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง
3. ความรู้เกี่ยวกับ Concept ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่เป็นนามธรรม อันเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงกันให้คำจำกัดความที่แน่นอนของ Concept เหล่านี้ไว้
4. ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นความสามารถของนักเรียนในการที่จะแปลความหมายของเครื่องหมาย สัญลักษณ์ อักษรย่อ หรือวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นตัวแทนของความสัมพันธ์หรือสิ่งต่าง ๆ บางประการ
5. ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือเนื่องมาจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง
6. ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวก ประเภท และเกณฑ์ต่าง ๆ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ตามแบบแผนที่นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดไว้ รวมถึงความสามารถในการจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดหมวดหมู่ของวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ
7. ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะบอกถึงวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งจากวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้กันอยู่ แล้วรวมถึงความรู้ในขั้นตอนของขั้นตอนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ด้วย
8. ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะบอกถึงกฎเกณฑ์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์จำนวนมาก
9. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หมายถึง ความสามารถที่จะบอกถึงข้อสรุปที่ยุ่งยากซับซ้อนถึงระดับของทฤษฎีอันเป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

10. การระบุถึงข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม้ว่าสิ่งเหล่านั้นจะอยู่ในรูปแบบใหม่ที่ต่างไปจากรูปแบบที่เคยเรียนมาแล้วก็ตาม

11. การแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ Concept หลักการ หรือทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไป เป็นรูปของสัญลักษณ์อื่น

ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมจำพวกนี้ เป็นพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมจำพวกต่าง ๆ 4 จำพวก คือ

ก. การสังเกตและการวัด พฤติกรรมประเภทนี้แบ่งออกเป็น

1. การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ หมายถึง นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นอาจจะให้นักเรียนรายงานสิ่งที่ตนสังเกตเห็น

2. การบรรยายถึงสิ่งที่สังเกตเห็นโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม คือมุ่งหมายที่จะเน้นประสิทธิภาพในการสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกันเป็นสำคัญ

3. การวัดขนาดของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เข้าช่วยในการสังเกตให้ละเอียดถึงขั้นของการนับจำนวน และการวัดขนาด

4. การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม หมายความว่า เครื่องมือนั้นเหมาะที่จะใช้วัดสิ่งที่ต้องการ แล้วในช่วงการวัดที่ต้องการจะวัดด้วย

5. การประมาณค่าของการวัดและการยอมรับในความคลาดเคลื่อนของการวัด เป็นพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนได้ตระหนักว่า ความเที่ยงตรงของการวัดสิ่งต่าง ๆ นั้นมีขอบเขตจำกัด เนื่องจากมาตราต่าง ๆ ที่กำหนดไว้บนเครื่องมือวัดนั้นมีขีดจำกัด เราจะวัดได้อย่างละเอียดที่สุดก็เพียงแค่น้อยที่สุดเท่าที่ปรากฏบนเครื่องมือวัดเท่านั้น

ข. การเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา พฤติกรรมประเภทนี้แบ่งออกเป็น

1. การยอมรับในปัญหา หมายถึง การตระหนักถึงขอบข่ายของปัญหา ไปจนถึงการระบุปัญหาที่ชัดเจนถึงขั้นที่จะสามารถจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบได้

2. ตั้งสมมติฐานที่รัดกุม หมายถึง การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจนสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อจะแนะสู่ทางในการศึกษาขั้นต่อไป

3. การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน พฤติกรรมประเภทนี้รวมถึงทั้งการเลือกวิธีสังเกตและวิธีการทดลองที่สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งมีลักษณะที่ว่า การทดลองที่กำหนดไว้นี้จะเป็นวิธีการที่เที่ยงตรงสำหรับใช้ตรวจสอบสมมติฐานนั้น ๆ ใดหรือไม่

4. การออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน หมายถึง ก่อนที่จะทำการทดลอง นักเรียนจะต้องออกแบบและคิดหาการทดลองที่เหมาะสม

ก. การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป พฤติกรรมประเภทนี้ แบ่งเป็น

1. การจัดการกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการจัดลำดับ ปรับ หรือเปลี่ยนรูปของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการวัด

2. การเสนอข้อมูลโดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเสนอข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชันระหว่างตัวแปรสองตัวแปร

3. การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หมายถึง พฤติกรรมในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้มาจากการทดลอง และถ้าข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของกราฟ การแปลความหมายก็รวมถึงการสร้างข้อสรุปประเภทที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน ซึ่งสามารถแปลความหมายออกมาเป็นถ้อยคำหรือสัญลักษณ์ได้

4. การขยายความหรือเพิ่มเติมความ หมายถึง การขยายความหรือเพิ่มเติมความนอกเหนือไปจากข้อมูลที่ได้จริงจากการสังเกตหรือทดลอง

5. การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หมายถึง การวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งจะบอกแก่เราว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นเป็นไปได้อย่างไรหรือไม่ ซึ่งถึงขั้นนี้นักเรียนจะต้องตอบปัญหาที่ว่า "หลักฐานที่ได้สนับสนุนสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่"

6. การสร้างข้อสรุป ที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ หมายถึง การวิเคราะห์ผลการทดลองนั้น และการเปรียบเทียบกับผลการทดลองอื่น ๆ และหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนกำลังศึกษาที่นี้อยู่

ง. การสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี พฤติกรรมที่แสดงถึงการเข้าร่วมในขบวนการ สร้าง ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี ประกอบด้วย

1. การตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง การที่นักเรียนยอมรับว่าการสร้างทฤษฎีเป็นส่วนหนึ่งของขบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการที่จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองทฤษฎีนั้นมีประโยชน์ 3 ประการ คือ

1.1 ช่วยแสดงความสัมพันธ์ (Correlative function) ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ กับกฎและข้อสรุปทั้งหลายที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องเดียวกันอย่างแน่นอน และมีเหตุผล

1.2 ช่วยในการอธิบาย (Explanatory function) ถึงสิ่งที่สังเกตได้ และข้อสรุปต่าง ๆ ในเรื่องนั้น ๆ

1.3 ช่วยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Heuristic function) โดยแนวสมมติฐานปัญหาและแนวการทดลองใหม่ ๆ ใด ๆ ซึ่งก็จะเป็นผู้ทางในการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

2. การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมเป็นการสังเคราะห์ความรู้ของนักเรียนเพื่อที่จะสร้างความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้น นักเรียนจะต้องพยายามสร้างข้อความที่มีความหมายกว้างขวางครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ทั้งปวงที่อยู่ในขอบเขตของเรื่องที่ศึกษาค้นคว้านั้น ๆ ซึ่งข้อความดังกล่าวนี้ปกติก็จะประกอบด้วยชุดของหลักเกณฑ์ หรือข้อตกลงที่เกี่ยวกับส่วนประกอบหรือพฤติกรรมของธรรมชาติในเรื่องนั้น ๆ

3. การระบุถึงปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทฤษฎีที่ตั้งไว้กับหลักฐานที่เป็นข้อสรุปในรูปของกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ และผลการสังเกตที่ดีถ้วนรอบคอบ ถ้าพบว่าผลการสังเกตและหลักการที่สอดคล้องกับแบบจำลองทฤษฎีที่ตั้งไว้มีมากเพียงใด แบบจำลองทฤษฎีนั้นก็ยิ่งช่วยอธิบายหรือแสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้มากขึ้น และเมื่อนักเรียน

สามารถระบุปรากฏการณ์หลายอย่างที่เป็นไปตามแบบจำลองทฤษฎีของเขาเพียงใด ก็จะยิ่งเพิ่มความเชื่อมั่นในแบบจำลองทฤษฎีที่วางไว้มากขึ้นเพียงนั้น

4. การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง พฤติกรรมที่จะสังเกตเพื่อตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี โดยอาศัยกระบวนการของความคิดที่เห็นได้ชัดเจน อยู่สองประการ คือ ประการแรกสืบเนื่องมาจากข้อความเป็นตัวแบบจำลองทฤษฎีเอง นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการสร้างสมมติฐานขึ้นมาโดยอาศัยแบบจำลองทฤษฎีเป็นแนวทาง ประการที่สอง นักเรียนจะต้องวางแผนการทดลอง หรือการสังเกต หรือทั้งสองอย่างเพื่อพิสูจน์สมมติฐานนั้น ๆ

5. การแปลความหมายและประเมินผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง นักเรียนจะต้องหาทางวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่พบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ได้เหล่านั้น กับแบบจำลองทฤษฎีอันเป็นที่มาของสมมติฐานนั้น ๆ ด้วย และพิจารณาตัดสินว่าแบบจำลองทฤษฎีที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วการลงความเห็นของนักเรียนก็จะขึ้นอยู่กับความละเอียดถี่ถ้วนและความคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของทฤษฎีนั้น และใช้เกณฑ์สองประการในการประเมินคุณภาพของแบบจำลองทฤษฎี เกณฑ์ประการแรกคือ แบบจำลองทฤษฎีนั้นช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ช่วยในการอธิบาย และช่วยในการแนะสู่ทางที่จะค้นคว้าศึกษาต่อได้ดีเพียงใด ประการที่สอง เป็นการพิจารณาในด้านสุนทรีย์เกี่ยวกับความถี่ถ้วน ความสละสลวย และความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทฤษฎีนั้น ๆ

6. การปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง เมื่อมีผลการสังเกตหรือผลการทดลองใหม่ ๆ เป็นหลักฐานยืนยัน การปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎีของนักเรียนจึงมีตั้งแต่การแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงกันอย่างขนาดใหญ่ โดยอาศัยประสบการณ์และแนวความคิดใหม่ ๆ ที่พัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียนในระหว่างที่กำลังคิดค้นเพื่อสร้างสรรค์ทฤษฎีขึ้นมา แต่ไม่ว่านักเรียนจะปรับปรุงไปในรูปแบบใดก็ตาม จะต้องมั่นใจว่าแบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นจะต้องช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ ช่วยอธิบาย และช่วยแนะสู่ทางในการแก้ปัญหาให้มีความละเอียดถี่ถ้วน สละสลวย และน่าเชื่อถือ

การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

นักเรียนเมื่อประสบปัญหาต่าง ๆ บ่อยครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้โดยการดึงเอาความรู้หรือทักษะที่สั่งสมไว้ออกมาใช้ ความรู้และทักษะที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนอาจจะได้มาจากแหล่งทุติยภูมิ หรือจากขบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในที่นี้จะแบ่งพฤติกรรมการนำไปใช้ของนักเรียนออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของปัญหาที่นักเรียนจะนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน ได้แก่ สถานการณ์ทั่ว ๆ ไป ในชั้นเรียนที่นักเรียนต้องนำเอาความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

2. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ได้แก่ การที่นักเรียนใช้ข้อเท็จจริง Concept หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการที่เขาได้รับจากการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาใดสาขาหนึ่ง เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การที่นักเรียนนำเอาความรู้และทักษะเกี่ยวกับขบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องเทคโนโลยี

ทักษะในการใช้เครื่องมือ

พฤติกรรมประเภทนี้ หมายถึง ทักษะของนักเรียนในการหยิบจับใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป หมายถึง ทักษะของการใช้มือจัดการกับเครื่องมือเหล่านี้หลาย ๆ อย่างไปด้วยกันอย่างคล่องแคล่ว ซึ่งทักษะนี้เป็นคุณสมบัติที่พัฒนาขึ้นในตัว of นักเรียนโดยเป็นผลเนื่องมาจากการที่ได้ฝึกทำงานโดยใช้เครื่องมือเหล่านี้

2. การปฏิบัติงานโดยใช้เทคโนโลยีในการทดลองทั่ว ๆ ไป ใช้อย่างประณีตและปลอดภัย หมายถึง การดำเนินการที่มีลำดับขั้นตอนซึ่งต้องการความละเอียดถี่ถ้วน และระมัดระวัง และป้องกันทั้งความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นกับเครื่องมือและอันตรายต่อตัวของผู้ทำการทดลองเองอีกด้วย

ทัศนคติและความสนใจ

พฤติกรรมด้านนี้เป็นความรู้สึกซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด แบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. ทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทัศนคติที่ดีของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจสังเกตได้จากการกระทำที่แสดงออกในเชิงสนับสนุน อาจอยู่ในรูปของการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าทีที่บอกถึงความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ในแง่ช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจของมนุษย์ให้ยิ่ง ๆ ขึ้นไป ตลอดจนยอมรับว่านักเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหลาย ทั้งในอดีตและอนาคต มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

2. การยอมรับว่าขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิถีทางของความคิดแนวหนึ่ง หมายถึง นักเรียนที่เห็นด้วยกับขบวนการสืบเสาะหาความรู้ จะมีการแสดงออกที่สังเกตได้ว่าไม่ได้สัปดาห์ปฏิบัติไปตามขั้นตอนของขบวนการแบบเครื่องจักร พฤติกรรมของนักเรียนจะเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าเจ้าตัวมีความมั่นใจในขบวนการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีที่มีคุณค่า สำหรับเขา

3. การยอมรับเอา "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์" เข้าใจ หมายถึง ในขณะที่นักเรียนกำลังค้นคว้าตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ก็ควรจะมีลักษณะคล้ายกับนักวิทยาศาสตร์ขณะที่ทำงานของเขาอยู่ และเป็นที่หวังว่าอุปนิสัยในการคิดเป็นเช่นนักวิทยาศาสตร์จะค่อย ๆ พัฒนาขึ้นในตัว of นักเรียน ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจริง ก็จะปรากฏออกมาให้เห็นจากท่าทีและการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์ใหม่ ๆ

4. ความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสนุกเพลิดเพลินอยากเข้าร่วมในกิจกรรม โดยเป็นผลจากการมีโอกาสได้พบกับสิ่งที่พึงใจมากมาย เช่น การสังเกต สืบเสาะ หรือกลิ่น ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ การอภิปราย และการถกกันถึงแนวคิดต่าง ๆ ที่ขัดแย้งกัน โดยสังเกตพฤติกรรมจากคำพูดหรืออาการต่าง ๆ

5. การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมนี้แยกเป็น 2 กรณี คือ พฤติกรรมความสนใจของนักเรียนในกิจกรรมที่เขาสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยสังเกตจากการที่นักเรียนอาสาเข้าทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยใจสมัคร

ในกรณี 2 คือ การที่นักเรียนให้ความสนใจในเหตุการณ์ที่เป็นเรื่องของความก้าวหน้าไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรงหรืออิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อสังคม

6. การพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความสนใจในการเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยเป็นผลเนื่องมาจากการเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยให้ตอบแบบสอบถามที่เกี่ยวกับอาชีพที่สนใจ

การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมนี้มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ และมีโลกทัศน์ที่กว้างและสามารถปรับตัวได้ดี ประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน หมายถึง นักเรียนจะต้องทราบถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของคำว่า การสังเกต การแปลความหมาย กฎ ทฤษฎี ฯลฯ เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นในการลงมือค้นคว้าของนักเรียนเอง หรือในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์วงกว้างก็ตาม

2. การยอมรับขีดจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของขบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป หมายถึง นักเรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของแนวคิดวิธีการวิทยาศาสตร์ที่เขาได้รับการฝึกฝนมา กับแนวคิดแบบอื่น ๆ

3. การตระหนักถึงประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงท่าทีของนักเรียนในการตระหนักถึงวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์ ว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทุกเรื่องมีประวัติความเป็นมา ซึ่งเรื่องราวความเป็นมาของแนวความคิดดังกล่าวร่วมกับสภาวะต่าง ๆ ที่แวดล้อมอยู่ในขณะที่แนวความคิดนั้น ๆ พังพวยขึ้น เป็นตัวการสำคัญที่กำหนดทั้งแนวความคิดอันเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบัน และสู่ทางที่แนวความคิดนั้น ๆ จะเปลี่ยนแปลง

4. การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยี และพัฒนาการทางเศรษฐกิจ

5. การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคม และจรรยา หมายถึง การที่ประชาชนจะเลือกประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด และสังคมจะสนับสนุนกิจการวิทยาศาสตร์เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับบรรยากาศทางวิชาการของสังคม หักเหน็ดของการเห็นคุณค่าที่สังคมมีต่อวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดจากพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ความเข้าใจ การเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา การแปลความหมายข้อมูลและการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คัสแลนด์ และ สโตน (Kusland and Stone. 1969 : 138 - 159) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญานของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีนิสัยพฤติกรรมแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้บรรลุในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดตายตัว
3. ไม่ควรให้คำตอบถูกหรือผิดแก่นักเรียน เพราะการให้คำตอบที่ถูกหรือผิดไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน
4. นักเรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา
5. ไม่ควรเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนหรือการเป็นผู้ตาม แม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม
6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย คำถามเช่นว่า เรามีวิธีการที่จะเข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างไร จึงเป็นลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
7. พยายามทำให้ปัญหามีประเด็นเด่นชัดและแคบลงพอที่จะเห็นวิธีการแก้ปัญหานั้นในชั้นเรียน
8. การตั้งสมมติฐานเป็นจุดมุ่งหมายของการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้
9. นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูล การสังเกต และการอ่าน
10. การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน

11. นักเรียนมีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ขึ้น และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูล และทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและร่วมกันสรุปตามสมมติฐาน และต้องพยายามหาคำตอบอธิบายที่มีเหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13. การลงข้อสรุปต้องมีความสัมพันธ์กัน และมีวิธีการชักนำไปสู่วิทยาศาสตร์มากที่สุด ขึ้น และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 53 - 55) ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้ขบวนการคิดทางสมอง (discovery mental process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การทำนาย การอธิบาย การอ้างอิง ฯลฯ รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุวิสัย (Objective) ยากรู้ ยากเห็น ใจกว้าง และยอมรับแบบจำลองทางทฤษฎี

พิศาล สร้อยสุหรั (พิศาล สร้อยสุหรั 2525 : 20 - 27) กล่าวถึง ขบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎีไว้ว่า นักเรียนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปที่มีความคิดยังไม่ฝังแน่นอยู่กับทฤษฎีต่าง ๆ นั้น ถ้าได้รับการศึกษาที่จัดให้อย่างรอบคอบ ไม่ด่วนยึดเยื้อศทฤษฎีทั้งหลายให้ยอมรับกันง่าย ๆ แล้ว ก็มีโอกาที่จะได้เข้าร่วมในขบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จะได้สร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีแบบต่าง ๆ พฤติกรรมที่แสดงถึงการเข้าร่วมในขบวนการดังกล่าวประกอบด้วย

1. การตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง การยอมรับว่าการสร้างทฤษฎีนั้นเป็นส่วนหนึ่งของขบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม หมายถึง นักเรียนจะต้องพยายามสร้างข้อความที่มีความหมายกว้างขวาง ครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ทั้งปวงที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษานั้น ๆ

3. การระบุถึงปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทฤษฎีที่ตั้งไว้ กับหลักฐานที่เป็นข้อสรุปในรูปของกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ และผลการสังเกตที่ถ่วงรอบคอบ

4. การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการสร้างสมมติฐานขึ้นมาโดยอาศัยแบบจำลองทฤษฎีเป็นแนวทาง และทำการทดลองทดสอบสมมติฐาน

5. การแปลความหมายและประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี หมายถึง นักเรียนจะต้องหาทางวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่พบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพิจารณาตัดสินว่า แบบจำลองทฤษฎีที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

5.1 แบบจำลองทฤษฎีนั้นช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ ช่วยในการอธิบาย และช่วยในการแนะแนวทางที่จะค้นคว้าศึกษาต่อไปได้ดียิ่งขึ้น

5.2 แบบจำลองทฤษฎีนั้นมีความถี่ถ้วน ความละเอียด และความน่าเชื่อถือหรือไม่

ภัทรา ไชยเวช (ภัทรา ไชยเวช 2521 : 30 ~ 35) ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การทดลอง

2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาใช้คำถาม

2.2 อภิปรายก่อนการทดลอง

2.3 นักเรียนทำการทดลอง

2.4 อภิปรายหลังการทดลอง

ไชศรี อารณรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (ไชศรี อารณรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ 2525 : 5 ~ 7) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผลโดยนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

1. การทดลอง การทดลองจะมีอยู่ในแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้ช่วยให้คิดให้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ

ดังนั้น ในการเรียนการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้อภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก ต่อจากนั้นเป็นการอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนทำการทดลองและตอนที่สำคัญก็คือ การอภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้นักเรียนต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (นฤมล ยุตะกม 2522 : 9 - 13 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1968) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติของโครงสร้างทางสติปัญญาของมนุษย์ โดยเสนอว่า องค์ประกอบทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 มิติ คือ

1. มิติที่ว่าด้วยวิธีการคิด (Operations)
2. มิติที่ว่าด้วยเนื้อหา (Contents)
3. มิติที่ว่าด้วยผลของการคิด (Products)

โดยมิติทั้ง 3 นี้ ยังประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ ดังนี้

1. มิติที่ว่าด้วยวิธีการคิด เป็นองค์ประกอบใหม่ของกิจกรรม หรือกระบวนการทางสติปัญญาประกอบด้วย

1.1 การรู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง การค้นพบการรู้ข้อมูลในแบบต่าง ๆ นั้นได้อย่างรวดเร็ว และเกิดความเข้าใจในข้อมูลนั้น ๆ

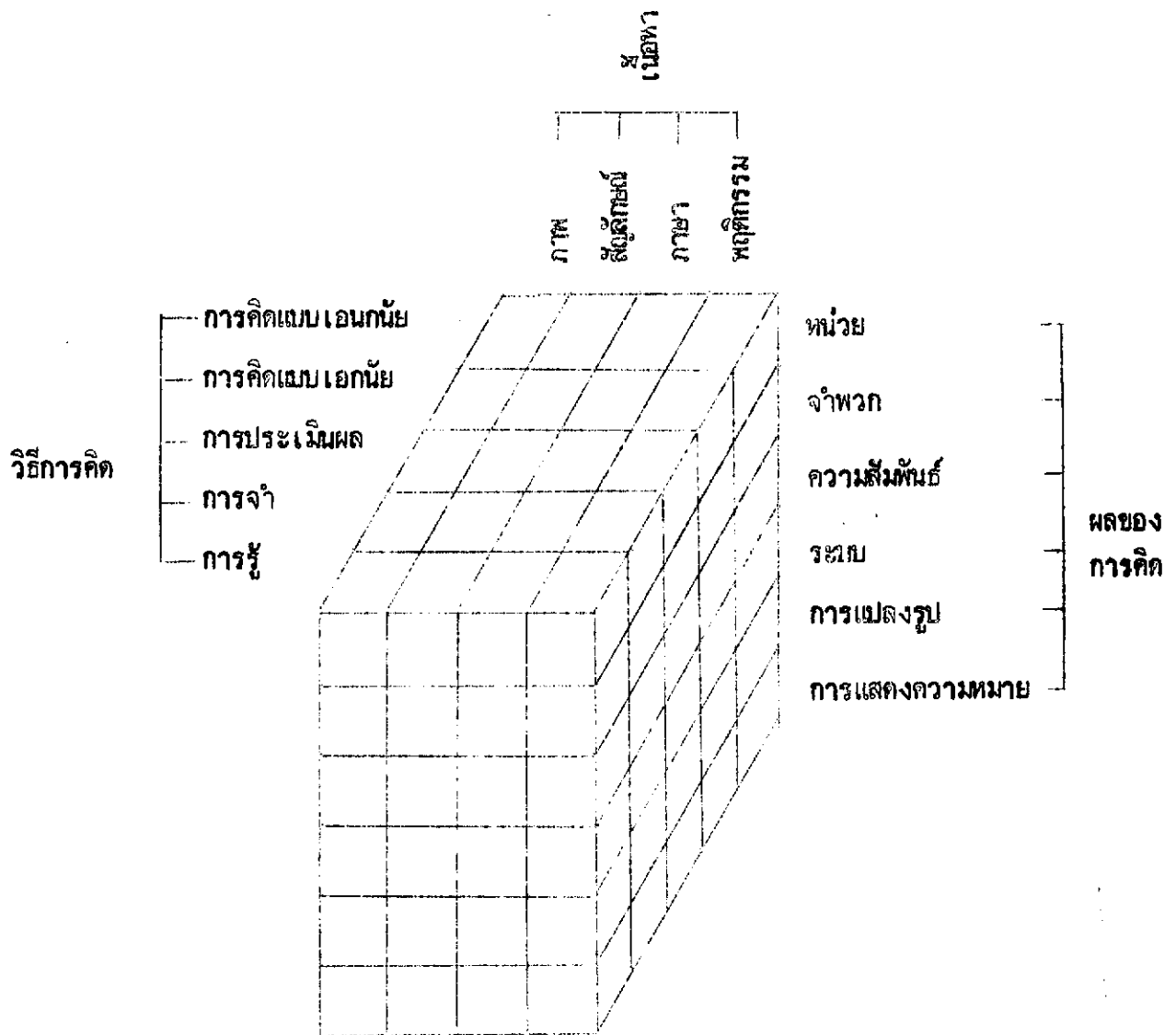
1.2 การจำ (memory) หมายถึง การเก็บหรือสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ

1.3 การประเมินผล (evaluation) หมายถึง การตัดสินใจโดยคำนึงถึงเกณฑ์ที่วางไว้ ได้แก่ ความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเพียงพอ ความดี และอื่น ๆ

1.4 การคิดแบบเอกพันธ์หรือการคิดแบบแนวเดียว (convergent thinking) หมายถึง การวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลซึ่งได้รับมาหรือที่จำได้ เพื่อตอบสนองภายในเค้าโครงที่กำหนด ซึ่งเป็นผลที่คาดหวัง หรือคำตอบที่แน่นอน

1.5 การคิดแบบเอนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent thinking)

หมายถึง การได้มาซึ่งคำตอบ หรือความรู้ที่มีคุณภาพและมีความแตกต่างกันหลาย ๆ อย่าง จากแหล่งข้อมูลเดียวกัน หรือคิดได้หลาย ๆ ทาง ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) ความคิดเช่นนี้เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์อย่างมาก ดังแสดงในภาพ



ภาพประกอบ 1 แสดงแบบโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด

2. วิธีที่ช่วยเนื้อหา เป็นแบบต่าง ๆ ของความรู้ ได้แก่

2.1 ภาพ (Figural) หมายถึง รูปร่างของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถรับรู้หรือเข้าใจได้โดยการมองภาพรวม เช่น วัตถุที่เป็นรูปธรรมต่าง ๆ

2.2 สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ตัวอักษร ตัวโน้ตดนตรี หรือรหัสอื่น ๆ ความสามารถด้านนี้จะเกี่ยวกับการใช้คำ และจำนวนต่าง ๆ

2.3 ภาษา (Semantics) หมายถึง คำและความคิดต่าง ๆ ซึ่งความหมายที่เป็นนามธรรมของความคิดนั้น ๆ เกี่ยวข้องกับความรู้ที่สะสมไว้ของแต่ละบุคคล ความสามารถทางด้านภาษาจะช่วยให้ได้มาซึ่งความคิด และความจริงต่าง ๆ

2.4 พฤติกรรม (Behavioral) เนื้อหาล้วนนี้เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นของนักจิตวิทยามาก โดยถือว่าพฤติกรรมเป็นการแสดงออก เนื่องมาจากสิ่งเร้าและการตอบสนอง

3. วิธีที่ช่วยผลของการคิด เป็นการจัดระบบของความรู้ที่ได้จากขบวนการคิด มีลักษณะเกี่ยวเนื่องกันเป็นลำดับขั้น (Hierarchy) ดังนี้

3.1 หน่วย (units) เป็นส่วนของเนื้อหา ซึ่งสามารถจัดรวมเป็นหน่วยเดียวกันได้

3.2 จำพวก (classes) เป็นผลมาจากการรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การที่จัดเป็นจำพวกหรือจัดประเภท เราก็ดึงเอาหน่วยต่าง ๆ มาจัดจำแนกก่อน

3.3 ความสัมพันธ์ (relations) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างภาพ ระหว่างสัญลักษณ์ หรือระหว่างภาษา หรือความคิดต่าง ๆ

3.4 ระบบ (system) ประกอบด้วยภาพ สัญลักษณ์ หรือภาษาต่าง ๆ รวมกันอยู่

3.5 การแปลงรูป (transformation) เป็นความสามารถที่เป็นนามธรรมมากขึ้น เป็นการปรับปรุง หรือดัดแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในรูปแบบใหม่ ความสามารถด้านนี้ต้องการการมองเห็น การได้ฟังสิ่งที่ เป็นนามธรรม หรือความยืดหยุ่นทางการเคลื่อนไหว ซึ่งจะพบได้ในผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

3.6 การแสดงความหมาย (implications) เป็นความสามารถที่เป็นนามธรรมมากที่สุด เป็นความสามารถที่จะทราบลำดับเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในปัญหาต่าง ๆ ล่วงหน้า

จากแบบโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด แสดงให้เห็นว่าบุคคลหนึ่งจะมีความสามารถไม่ต่ำกว่า 120 อย่าง และองค์ประกอบทางสติปัญญาล้วนหนึ่งแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในมิติที่ว่าด้วยวิธีการคิดที่เรียกว่า ความคิดแบบเอนกนัย และมีมิติที่ว่าด้วยผลของการคิดที่เรียกว่าการแปลงรูป

สำหรับความคิดแบบเอนกนัย (Divergent thinking) โจน กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ และพบว่าองค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบเอนกนัย มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบเอนกนัย ประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่อง หน่วย ความสัมพันธ์ และระบบ
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่อง จำพวกและการแปลงรูป
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใคร หรือคิดสิ่งที่ยูเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความละเอียดละออ รอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่อง การแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (เพเยอร์ ทักสิน 2523 : 13) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นเมื่ออยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์

3. ภาษา

4. พฤติกรรม

ส่วน ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1940 : 42 - 44) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยง ความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกันอันจะนำสู่การแก้ปัญหาใหม่ ที่อาจจะใช้ระยะเวลาที่อันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้นหรือความคิดสร้างสรรค์ก็คือ การหยั่งรู้นั่นเอง ซึ่งจะมีลำดับของการคิดดังนี้ คือ

1. ขั้นเตรียม (The stage of preparation) เป็นขั้นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด (The stage of frustration) เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกถึงเครียด อันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังคงไม่ออก
3. ขั้นของการเกิดความคิด (The period or moment of insight) เป็นระยะที่เกิดความคิดแว่บขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือเดาคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ (The stage of verification) เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อที่ว่าคำตอบที่คิดออกนี้เป็นจริงหรือไม่

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) พบว่า การคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการตั้งประสบการณ์ต่าง ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็น การกระทำของการเลือก เพื่อที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำก็หมายถึงว่า เป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงเป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

จากนิยามและหลักการดังกล่าว จะพบว่า นักการศึกษาและนักจิตวิทยาเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่มีอยู่ในทุกคน และเราสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัว

บุคคลได้ ฉะนั้นจากทฤษฎีดังกล่าว จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปพิจารณาในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 103 - 105) ได้เขียนไว้ว่า เด็กจะสร้างสรรค์ได้ดีที่สุดในบรรยากาศที่ผ่อนคลายได้รับการยอมรับนับถือและอยู่ในสภาวะที่เป็นประชาธิปไตย การไม่วัดผลจะทำให้เด็กได้พัฒนาอย่างเสรี โดยเด็กจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลโดยผลของความพยายามของแต่ละบุคคลจะได้รับการส่งเสริมโดยการให้รางวัล นอกจากนี้ครูสามารถจัดทำโอกาสเพื่อให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์ได้โดยวิธีการสอนต่อไปนี้

1. ให้มีการแสดงออกทางด้านการริเริ่ม จัดหาวิธีการต่าง ๆ กับในการแก้ปัญหา ให้เด็กทำการทดลอง หรือทำงานที่มอบหมายด้วยตัวของเขาเอง ให้การยกย่องสำหรับความคิดริเริ่ม

2. จัดให้มีการอภิปรายแบบระดมพลังสมอง (Brain Storming)

3. ให้นักเรียนได้ฝึกตอบคำถามที่ต้องใช้ความคิดที่เหนือธรรมดา เช่น "นักเรียนคิดว่าอะไรจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าการหมุนของโลกเปลี่ยนแปลงไปทำให้ดวงอาทิตย์ขึ้นเพียงสิบนาทีละครั้ง ?"

4. พยายามอ้างอิงถึงประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ และบุคคลซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาถึงการค้นพบเช่นนี้ จะนำไปใช้ในการอภิปรายวิธีการของการค้นพบได้

5. แสดงให้เห็นว่า การสร้างสรรค์นั้น เป็นวิธีการคิดที่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ในทุกสาขาวิชา เช่น ศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ และอื่น ๆ การถ่ายโยงนี้จะเป็นการเสริมความคิดสร้างสรรค์ และจะย้อนกลับมาสู่วิทยาศาสตร์ได้

วอสตัน (Washton. 1967 : 200) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสได้กระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ชี้คำถาม ทั้งในระหว่างและหลังจากการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการ
2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป
3. ได้เสนอแนวคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่า จะเป็นเรื่องที่ถูกคนตอบรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่าวิชาการลองผิดลองถูก เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. ได้มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน นอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ใต้การยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถ ในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

นอกจากครูจะทราบถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความรู้ดังต่อไปนี้

1. มีจิตใจมั่นคง มองปัญหาด้วยความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective manner)
2. เป็นคนมีอารมณ์ขัน
3. มีอุปนิสัยพิเศษ
4. มีความสนใจกว้างขวาง
5. มีจุดมุ่งหมายและดำเนินตามจุดมุ่งหมายนั้น
6. มีความสามารถทางการเรียนสูง

เมื่อครูทราบคุณสมบัติของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว ครูจะต้องเข้าใจ พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กด้วย เพียเจต์ (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 25 - 26) ได้ศึกษาขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กซึ่งแบ่งเป็นชั้นต่าง ๆ ตามลำดับ จากวัยเด็กถึงวัยรุ่นเป็น 4 ชั้น คือ ชั้น sensori - motor (0 - 2 ปี) ชั้น preoperation (2 - 7 ปี) ชั้น concrete operation (7 - 11 ปี) และชั้น formal operation (11 - 15 ปี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาเด็กจะอยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการที่เรียกว่า formal operations เด็กในวัยนี้มีความคิด ดังนี้

1. สามารถคิดตั้งสมมติฐาน และตั้งปัญหาที่จะต้องพิสูจน์ได้
2. สามารถประเมินขอบเขตการคิดของเขาได้
3. คิดสิ่งเคราะห์ได้
4. คิดจินตนาการได้
5. คิดสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะนามธรรมได้
6. เข้าใจความน่าจะเป็นได้
7. สามารถตั้งคำถามทางศีลธรรมได้
8. เข้าใจสัดส่วน อัตราส่วน และการรวมกันทางตรรกได้

เพียเจต์ ชี้ให้เห็นว่า วัยรุ่นกำลังอยู่ในวัยที่จะพัฒนาความคิดอย่าง Formal ดังนั้นครูจึงควรให้โอกาสเขาได้ใช้วิธีการคิดดังกล่าว ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การประเมินข้อมูล การคิดแบบเอนกมัย และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน

จากทฤษฎีดังกล่าว ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ใน วิชาวิทยาศาสตร์ นฤมล มุตาคม (นฤมล มุตาคม 2522 : 226) มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบสวน หรือ การทดลองที่เปิดกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ชัน และ ทราวเบริด (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) ซึ่งได้กล่าวเพิ่มเติมว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชันเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Self - direction) ให้ทำกิจกรรมหลายอย่างและได้ฝึกหัดคิดจะช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

5. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แครทตี (โชติ เพชรอิน 2525 : 97 อ้างอิงมาจาก Cratto. 1971) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์คือ บ้าน โรงเรียน และสิ่งแวดล้อมแต่ละคน จากแนวคิดดังกล่าว กิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะช่วยสร้างและขยายขอบเขตในการเรียนรู้

1. ได้ซักถาม ทั้งในระหว่างและหลังจากการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการ
2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป
3. ได้เสนอแนวคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่า จะเป็นเรื่องที่ถูกคนตอบรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่าวิชาการลองผิดลองถูก เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. ได้มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน นอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้การยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

นอกจากครูทราบถึงวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความรู้ดังต่อไปนี้

1. มีจิตใจมั่นคง มองปัญหาด้วยความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective manner)
2. เป็นคนมีอารมณ์ขัน
3. มีอุปนิสัยพิเศษ
4. มีความสนใจกว้างขวาง
5. มีจุดมุ่งหมายและดำเนินตามจุดมุ่งหมายนั้น
6. มีความสามารถทางการเรียนสูง

เมื่อครูทราบคุณสมบัติของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว ครูจะต้องเข้าใจพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กด้วย เพียเจต์ (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 25 - 26) ได้ศึกษาขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กซึ่งแบ่งเป็นชั้นต่าง ๆ ตามลำดับ จากวัยเด็กถึงวัยรุ่นเป็น 4 ชั้น คือ ชั้น sensori - motor (0 - 2 ปี) ชั้น preoperation (2 - 7 ปี) ชั้น concrete operation (7 - 11 ปี) และชั้น formal operation (11 - 15 ปี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาเด็กจะอยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี ซึ่งอยู่ในขั้นพัฒนาการที่เรียกว่า formal operations เด็กในวัยนี้มีความคิด ดังนี้

แก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาในระดับสูง ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของ Getzede ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้นเท่านั้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain Stroming) การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการอ่าน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

จากทฤษฎีและการค้นคว้าของนักการศึกษาดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอน ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ และควรทำอย่างถึงโดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูจึงควรศึกษาถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอน เพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บราวน์เวล (Browell. 1948 : 170) กล่าวว่า ในการประเมินผลเพื่อรู้ว่าวิธีสอนแบบต่าง ๆ วิธีใดได้ผลดีกว่ากัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนับว่าเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่น่ามาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอนอย่างกว้างขวาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในตอนนี้

ยังส์ (Youngs. 1970 : 53) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนวิธีสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry development program) โปรแกรม

นี้สอนนักเรียนให้รู้จักการเรียนรู้อย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเข้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแย้งกัน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ได้จัดคู่ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อน โดยสอบก่อนและหลังเรียนจากการวิเคราะห์แบบ Analysis of Covariance พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ทั้งชั้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญ

โคลเลบาส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยังส์และโจนส์ (Young and Jones. 1970 : 41) ได้ทดสอบผลการใช้อุปกรณ์การสอนในการพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนเกรด 7 ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน ซึ่งมี I.Q. เท่า ๆ กัน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละสัปดาห์จัดหาวัสดุพิเศษ 2 ครั้ง ๆ ละ 40 นาที กลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้ทั้งสองกลุ่มทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 6 เดือน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองถามคำถามได้มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญและครูที่สอนกลุ่มทดลองก็ตอบปัญหานักเรียนได้ดีกว่าครูของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมเยอร์ (Meyer. 1969 : 451 - 453) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ (Invitation to Inquiry) กับการสืบเสาะหาความรู้แบบธรรมดา (Simple inquiry) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 46 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบเชิญชวนให้ใช้ความคิดสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ธรรมดา ทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 40 นาที 3 วัน และวันละ 80 นาที 2 วัน เป็นเวลา 1 ปี ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ การสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided inquiry) การสอนแบบปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ เอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบ ปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง และกลุ่ม ทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัย ดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียน ทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

การวิจัยในประเทศไทย พยอม ตันมณี (พยอม ตันมณี 2516 : 89 - 92) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการด้านบุคลิกภาพ แรงจูงใจ ไม่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : รายงานฉบับที่ 20) ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี 2518 ที่สร้างโดยสถาบันและ เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Valuation of Education Achievement) นักเรียนที่ เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียน

ที่เรียนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

อนันต์ จันทร์ทวี (อนันต์ จันทร์ทวี 2523 : 113) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในสวนกลาง ปีการศึกษา 2522 จำนวน 1,237 คน ผลการวิจัยพบว่า ก่อนสอบและหลังสอบในเรื่องทักษะ ในการแปลความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปไม่แตกต่างกัน แต่ผลการเรียนในเรื่องทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ พบว่า หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

สัมพันธ์ คันณิ (สัมพันธ์ คันณิ 2516 : 75 - 78) ศึกษาบทบาทของ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาคุณลักษณะ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดใน การสร้างสิ่งใหม่และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ. 1 และ ม.ศ. 2 ในปีการศึกษา 2515 - 2516 ใช้เวลาศึกษา 2 ภาคเรียน แบ่ง เป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ใช้ทดสอบทั้งก่อนทำการสอนและหลังสอน ผลพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 หลังจากได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้แล้วพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียน วิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ และกลุ่มควบคุม 30 คน

ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ยมยุทธ สายคง (ยมยุทธ สายคง 2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม. 3 โรงเรียนพลังราษฎร์พิทยาสรพร อำเภอดำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2526 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิจัยข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ ส่วนมากจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนด้วยวิธีนี้ ดังนั้นควรควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับความคิดสร้างสรรค์
ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และพบว่าม้งานวิจัยที่ศึกษาทดลองโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎียังไม่มีการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

บิลส์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน และกลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน หญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large - Thordike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบสติปัญญาของ Large - Thordike ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศและ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสำเร็จของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิด

เอกลักษณ์ (Originality) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและนักเรียนหญิงมีสติปัญญาสูง ทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 686 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ (Authoritarian Approach) กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) จากการศึกษาได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมการเรียนการสอนมีโครงสร้างตำรา (Cookbook Approach) มีคำตอบตายตัวง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าเป็นครูที่ยึดวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะไม่มีการควบคุมกิจกรรมตายตัวนัก จะละทิ้งบรรยายตามแบบแผน (Formal Lecture) แต่ครูจะทำหน้าที่เสมือนผู้ดำเนินการ หรือผู้จัดบันทึกข้อมูลบนกระดานเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ ครูผู้สร้างบรรยากาศสืบเสาะหาความรู้จะสังเกตเห็นความจริงองก์งามของความคิดหยุ่นในการคิด ความคิดสร้างสรรค์ และความอยากรู้ อยากรู้เห็น ปรากฏขึ้นในตัวนักเรียน

เรต (สุมิลล ชอบทำกิจ 2522 : 26 อ้างอิงจาก Reid. 1973 : 166 - A) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (direct detailed) กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (directed discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนที่ให้รายละเอียดโดยตรง

พีนิกค์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบคือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher - Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural creativity)

พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLs อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สำหรับการศึกษาในประเทศไทย วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทำให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายภายหลังการฝึกโดยใช้แบบทดสอบของสุมาลี กาญจนชาติรี พบว่า ภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินผลครั้ง และไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

ศิริพันธ์ จันทศิริ (ศิริพันธ์ จันทศิริ 2516 : 94 - 99) ได้ศึกษาบทบาทการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการจัดกิจกรรมหลายแบบ เช่น การอภิปราย สาธิต ทดลอง และ ฯลฯ ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ (Investigation Method of Inquiry) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทางบุคลิกภาพด้านมนุษยภาพแห่งตน ความคิดสร้างสรรค์ และการรับรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 133 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนแบบปกติ 135 คน ผลการทดลองเมื่อพิจารณาด้านความคิดสร้างสรรค์ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดที่เป็นเอกลักษณ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในด้านความคล่องในการคิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นได้เมื่อได้รับการฝึกด้วยวิธีต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้มาจากระชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโหล่หินวิทยา อำเภอเกาะตา จังหวัดลำปาง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 110 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาจำนวน 60 คน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน จากนั้นจับสลากให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง เรียนโดยวิธีสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี

กลุ่มควบคุม เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
2. แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี

ผู้วิจัยได้ใช้บทเรียนในหนังสือวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารโดยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากหนังสือ และเอกสาร
การวิจัยต่าง ๆ

1.2 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาวิชาในบทเรียน และ
วิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรม ตามแบบการวิเคราะห์ของ พิศาล สร้อยสุทนต์ (พิศาล
สร้อยสุทนต์ 2525 : 46) ร่วมกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์

1.3 สร้างแผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี โดยใช้
เนื้อหา บทที่ 4 เรื่อง สมบัติของสาร

1.4 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน
พิจารณาตรวจสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแผนการสอนที่ผ่านการตรวจสอบจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มา
ปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. แผนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
ผู้วิจัยใช้แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร โดยใช้แบบ
วิเคราะห์พฤติกรรมและเนื้อหาของ พิศาล สร้อยสุทนต์ (พิศาล สร้อยสุทนต์ 2525 :
46)

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของ พิศาล สร้อยสุทนต์
(พิศาล สร้อยสุทนต์ 2525 : 52 - 161)

3.3 สร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ
ซึ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความเข้าใจ การแก้ปัญหาและแนวทาง
ที่จะแก้ปัญหา การแปลความหมายข้อมูลและการนำความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้

3.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเกาะคาวิทยาคม อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จำนวน 60 คน ซึ่งผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง "สมบัติของสาร"

3.5 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือข้อที่ไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

3.6 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27 เบอร์เชนส์ เกิดตาราง ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6 - 32) แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 45 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเกาะคาวิทยาคม อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จำนวน 60 คน นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder - Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น .506

4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลิ กาญจนชาติ (สุมาลิ กาญจนชาติ 2525 : 65 - 72)

4.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวนสามข้อ ดังนี้

4.1.1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้นักเรียนประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

4.1.2 "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ให้เลือก อุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้น มาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

4.1.3 "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา

4.2 การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสามข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือ ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด

4.2.1 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของ นักเรียนแต่ละคนตามวิธีคิดที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบ นั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

4.2.2 ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาค่าความถี่จากคำตอบ ของนักเรียนทั้งหมด

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

4.2.3 ความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตาม เงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้น จะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อ ได้จากผลรวมของ คะแนน ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้งสามข้อ

4.2.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ สุมาลี กาญจนชาตรี (สุมาลี กาญจนชาตรี 2525 : 65 - 72) ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 3 ข้อ แต่ละข้อมีคำอธิบายจำแนก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 มีความเชื่อมั่น .5599 และเป็นแบบทดสอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 16 ใน 20 ท่าน เห็นว่า แบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ได้

4.2.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
 สุมาลี กาญจนชาติรี ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเกาะคาวิทยาคม
 อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จำนวน 60 คน นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาหา
 ความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร ฮอยท์ (Hoyt's Anova Procedure) (ล้วน สายยศ และ
 อังคณา สายยศ 2528 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .629

3. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่ง
 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group
 Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 216)

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 ใช้เวลาในการทดลอง
 กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตาม
 ขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบก่อนสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
 ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแผนการสอนของ สสวท.
 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม
 ดังนี้

กลุ่มทดลอง ใช้แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี

กลุ่มควบคุม ใช้แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. ทดสอบภายหลังการสอน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
 โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 59)

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 63)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ใช้สูตร Hoyt's Anova Precedure (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 172)

2.2 หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 แปรเซ็นต์ ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1954 : 1 - 32)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ใช้สูตร KR - 20 (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 5 และ 6 เพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2, 3, 7 และ 8 เพื่อหาพัฒนาการทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test Dependent (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 87)

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 4, 9 เพื่อหาความแตกต่างของพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ t - test Independent Mean Difference Score (Edward. 1957 : 256)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
$\bar{x}_1$	แทน คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง
$\bar{x}_2$	แทน คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
$\bar{x}_D$	แทน คะแนนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
s_D^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอผลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท.
3. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

7. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

8. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท.

9. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	15.73	9.79	-0.22
กลุ่มควบคุม	30	15.93	15.79	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Dependent ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ						
กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	30	12.70	15.73	3.37	7.83	6.60**
กลุ่มควบคุม	30	11.47	15.93	4.27	9.58	7.56**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

3. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t - test Independent แบบ Difference Score ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	30	12.70	15.73	3.37	7.83	-1.18
กลุ่มควบคุม	30	11.47	15.93	4.27	9.58	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ $t - test Independent$ ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	79.77	716.53	1.69
กลุ่มควบคุม	30	67.83	781.25	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้ทำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบโดยใช้ $t - \text{test Independent}$ ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	41.97	380.72	2.54*
กลุ่มควบคุม	30	29.83	307.32	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่าการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Independent ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของ
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	15.37	14.12	0.35
กลุ่มควบคุม	30	15.13	33.71	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน

7. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Independent ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	22.23	38.39	0.36
กลุ่มควบคุม	30	22.87	56.95	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดไม่แตกต่างกัน

8. ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและนักเรียนที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Dependent ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_D$	s_D^2	t
กลุ่มทดลอง	30	37.63	79.77	42.13	624.40	9.24**
กลุ่มควบคุม	30	46.97	67.83	20.87	252.33	7.20**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 9 พบว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

9. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย

การสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียน และหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t - test Independent แบบ Difference Score ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_D$	S_D^2	t
กลุ่มทดลอง	30	37.63	79.77	42.13	624.40	3.93**
กลุ่มควบคุม	30	46.97	67.83	20.87	252.33	

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. สรุปลำดับขั้นและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีและการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
7. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกัน
7. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
8. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น
9. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากระชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโกลิทันวิทยา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 110 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายมาจำนวน 60 คน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน จากนั้นจับสลากให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

1. แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
2. แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการศึกษาครั้งนี้

1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
2. ทดลองสอนใช้เวลาในการสอนแต่ละกลุ่ม 12 คาบ คาบละ 50 นาที
ดังนี้
 - 2.1 กลุ่มทดลองสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
 - 2.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ของ สสวท.
3. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
4. นำผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านหลังการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ $t - test$ Independent

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t - test Dependent

4. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test Independent แบบ Differen Score

สรุปผลการศึกษากันว่า

1. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

6. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

7. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน

8. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องแคล่วในการคิดหลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับที่สอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดไม่แตกต่างกัน

9. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

10. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

11. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลการศึกษาค้นคว้า สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โอลารินอย (Olarinoye, 1974 : 4848 - A) ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 64) และปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 87) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมการสอนต่างกันที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมที่ต่างกันนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาที่ปรากฏออกมาดังกล่าวนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดกิจกรรมการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีกิจกรรมที่

ต่างกันโดยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองจะเขียนคำอธิบายจากสิ่งที่สังเกต ตั้งสมมติฐานจากคำอธิบายนั้น และออกแบบการทดลอง ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัย (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 84) ได้กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าหากนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย แต่เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายด้าน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล ฯลฯ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านต่างก็มีผลต่อการพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียนแตกต่างกันไป ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ซึ่งมักเรียนได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง มีผลต่อการพัฒนาเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

2. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ทำให้พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะในการสอบก่อนการเรียนนักเรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาเมื่อได้รับการสอนจึงเกิดการเรียนรู้ทำให้พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การใช้คำถามของครูเพื่อให้นักเรียนเขียนข้อความอธิบายสิ่งที่สังเกต ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เป็นสิ่งช่วยให้นักเรียนฝึกการคิด การปฏิบัติจนเกิดทักษะทำให้มีความรู้ ความจำ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้และเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้วัดในรูปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาของ ยังส์ (Youngs, 1970 : 53) ได้ศึกษาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสอนให้นักเรียนรู้จักการเรียนอย่างอิสระ นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวัง และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ พบว่า กลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อกศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81) ศึกษาผลการสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการกำกับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการ มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะในการสอบก่อนการเรียนนักเรียนยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา เมื่อได้รับการสอนจึงเกิดการเรียนรู้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น การเรียนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวิธีสอนดังกล่าว สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2519 : รายงานฉบับที่ 20) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี 2518 พบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2503 ดังนั้นสรุปได้ว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะว่า ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มทดลองคิด เพื่อที่จะเขียนข้อความอธิบายสิ่งที่สังเกต ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็นส่วนใหญ่ และนักเรียนมีความวิตกกังวลต่อวิธีการเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะว่านักเรียนเคยชิน

ต่อการเรียนการสอนตามคู่มือครู ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองพัฒนาขึ้นน้อย ส่วนกลุ่มควบคุมใช้คำถามในคู่มือครูและแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามด้านเนื้อหา ความรู้ ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ซาเวห์ (Savage, 1972 : 245 - a) พบว่า การสอนโดยใช้คำถามที่มีระดับต่างกัน ในสัดส่วนที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน และ จินตนา พุทธิรักษ์ (จินตนา พุทธิรักษ์ 2523 : 52 - 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสารโดยใช้คำถามต่างระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 96 คน สอนโดยใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และการสอนแบบปกติของ สสวท. พบว่าพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และคำถามปกติไม่แตกต่างกัน

5. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีนั้น นักเรียนจะต้องฝึกเขียนคำอธิบาย ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวล ขบวนการคิดสับสน เพราะไม่เคยชินกับการเรียนการสอนที่ต้องคิดด้วยตนเองทุกขั้นตอน ขณะที่เกี่ยวกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีช่วงอายุระหว่าง 12 ปี ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลง จากผลการศึกษาของ สุมาลี ภาณุจนชาติรี (สุมาลี ภาณุจนชาติรี 2525 : 51 - 52) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี ถึงแม้ว่าการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีนักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีความเป็นอิสระในการคิดอยู่บ้าง ๆ ไม่ได้ถูกประเมินผลก็ตาม แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก็พัฒนาขึ้นน้อย เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังการสอนมาเปรียบเทียบกันคะแนนดังกล่าวจึงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ วรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 65 - 72)

เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ได้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

6. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มในการคิดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีครูใช้คำถาม ให้คิดในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ เช่น การเขียนข้อความอธิบายสิ่งที่สังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่มีครูเป็นผู้ชี้แนะและดำเนินการเรียนตามบทเรียนในแบบเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อกศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81) ให้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. และ ธวัชชัย เขียมประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียมประสิทธิ์ 2528 : 58) ให้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และชุดการเรียนด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

7. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีช่วงอายุโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11 - 13 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงพัฒนาการที่กำลังเปลี่ยนจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง และนักเรียนมีความวิตกกังวลต่อวิธีการเรียน ทำให้เกิดความคิดสับสน และ

การเรียนรู้โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีนักเรียนมีขั้นตอนการเรียนรู้ไม่ในแนวเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนจะต้องตอบคำถามเพื่อเขียนข้อความอธิบายสิ่งที่สังเกต ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ตามลำดับ ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องแคล่วในการคิดไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุมาลี กาญจนชาติ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 47) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และจากการศึกษาของ ธวัชชัย เขียมประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียมประสิทธิ์ 2528 : 59) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการสอนตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 86) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้คำถามในลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ขั้นบูรณาการ และใช้คำถามตามแผนการสอนของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องแคล่วในการคิดไม่แตกต่างกัน

8. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี ทำให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นเพราะการใช้วิธีสอนแบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ คิดตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องแคล่วในการคิด อันมีผลให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 688) แมคนอลตี้ (Mcnullty. 1981 : 82 - A) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงขึ้น เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยใช้คำถาม และจากการศึกษาของ ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 78) พบว่า นักเรียนที่สอนตามแผนการสอนโดยใช้คำถามในลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการ มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

9. ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ทำให้นักเรียนมีพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้

เป็นเพราะการเรียนการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการศึกษางานของ มงคล เอี่ยมสำอางค์ (มงคล เอี่ยมสำอางค์ 2516 : 125) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีสอนโดยแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ทดลอง ร่วมกันคิดและแลกเปลี่ยนความเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งมีส่วนทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ ฟอสเตอร์ (Foster. 1982 : 3039 - A) และประทุม ทองพูน (ประทุม ทองพูน 2522 : 71) กล่าวว่า ในการฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ควรฝึกแบบเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือแบบในชั้นเรียนปกติ ซึ่งวิธีสอนดังกล่าวทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

10. ผลการศึกษาค้นพบว่า พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การเรียนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิด และเรียนรู้ด้วยตนเองมาก ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 307 - 308) ที่ว่า การสอนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูควรให้ความสนใจในตัวนักเรียนในการประดิษฐ์หรือคิดสิ่งใหม่ ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้มีการคิด ใจกว้าง ยอมรับความคิดนั้น ๆ ให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินผลและตัดสินใจด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีความเป็นอิสระในการคิด โดยครูคอยเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนให้นักเรียนมีการติดต่อกันอย่างมีอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ แบลคเคนชิป (Blackenship. 1976 : 7147 - A) ทดลองกับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 96 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม โดยฝึกกลุ่มทดลองให้มีความคิดสร้างสรรค์จากกิจกรรม 15 ชนิด ในเวลา 10 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่า พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี
แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู - อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอา
วิธีการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม
ให้นักเรียนมีโอกาสได้คิด ได้ทำ และตัดสินใจด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

1.2 ครู - อาจารย์และนักวิชาการที่รับผิดชอบการพัฒนาหลักสูตรและจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรตระหนักและเห็นความสำคัญของการส่งเสริม
ให้นักเรียนได้พัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนา
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

1.3 ครู - อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนโดยการวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียนว่าประกอบด้วยพฤติกรรมด้านใดบ้าง
เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ตรงกับพฤติกรรมนั้น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนสูงขึ้น

1.4 ครู - อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมควรใช้วิธีสอนที่เปิดโอกาส
ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา
ด้วยตนเองได้ ครูจะต้องให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมาปรึกษา ยอมรับความคิดและการปฏิบัติ
ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ นักเรียนจะได้รับความรู้และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์

1.5 ผู้บริหารโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาควรสนับสนุนให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดให้มีชุมนุมวิทยาศาสตร์ในคาบกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา การเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และให้ความช่วยเหลือแนะนำครูผู้สอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับวิธีสอนอื่น ๆ ในกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาวิธีสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับหัวเรขาคณิตอื่น เช่น แนวคิดในการแก้ปัญหา เจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.3 ควรศึกษาวิธีสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีโดยจัดเป็นชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก่องศักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นตอนการในการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ปรินฎานินทร์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 166 หน้า อัดสำเนา
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะหาความรู้" ข่าว สสวท. 9(4) 5 - 7 กรกฎาคม - กันยายน 2524
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 58 - 84
- ครอบเพชร, แอล.อี. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ แปลโดย พิศาล สร้อยสุทรา กรมวิชาการ 2525, 165 หน้า
- จินตนา พุทธิพันธ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสาร โดยใช้คำถามระดับที่แตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2524, 180 หน้า อัดสำเนา
- ชวัล แพร่สกุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2518, 434 หน้า
- โชติ เพชรชื่น วัดผลการศึกษา กันยายน - ธันวาคม 2522
- เชาวนจ มุทธสุริยพันธ์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้น ประถมศึกษาและมัธยมศึกษาระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ กรุงเทพฯ ปรินฎานินทร์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 118 หน้า อัดสำเนา
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียน ด้วยตนเอง ปรินฎานินทร์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 158 หน้า อัดสำเนา

นฤมล ยุตาคม อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลอง

แบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 120 หน้า อุดลำนเา

ประทุม ทองพูน เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียน

หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับ

มัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ ค.ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า อุดลำนเา

ปราโมทย์ แก้วสุข การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาวงทางวิทยาศาสตร์

โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2528, 188 หน้า อุดลำนเา

พยอม ต้นมี บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีผลต่อพัฒนาการด้านประสิทธิภาพทาง

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความคิดในการสร้างสิ่งกั และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 108 หน้า อุดลำนเา

พยอม วงศ์สารศรี จิตวิทยาการศึกษา สำนักพิมพ์สารเเรษฎี 2526, 217 หน้า

เพชร ทักษิณ การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4

โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนด

เนื้อเรื่อง ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523,

209 หน้า อุดลำนเา

ภัทรา ไชยเวช วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บางแสน 2521, 124 หน้า

มงคล เอี่ยมสำอากส์ การศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิด

สร้างสรรค์ การสร้างสิ่งกั และความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ปริญญาโท กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 169 หน้า อุดลำนเา

มานี จันทวิมล "หลักสูตรวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา" ข่าวสาร สสท.

5 : 9 - 13 กรกฎาคม 2520

ยงยุทธ สายคง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ
ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนด
แนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2527, 80 หน้า อัดสำเนา

สวัน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัท ศึกษาพร จำกัด
2528, 314 หน้า

วรรณกร ชัยชาญกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ได้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่
ประเมินผล ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525,
174 หน้า อัดสำเนา

ศิริพัฒน์ จันทศิริ บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Investigative Method
of Inquiry) ที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางบุคลิกภาพด้านมนุษยสัมพันธ์ ความคิดสร้างสรรค์
และแบบการรับรู้ ปรินทิพย์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516,
119 หน้า อัดสำเนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยวิจัยและประเมินผล รายงาน
อันดับที่ 10/2519

สมจิต สมิตพันธ์ "สอนอย่างไรจึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน" ครู 4(3) :
61 - 63 ธันวาคม 2522

สมจิต สวณไพฑูริย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 212 หน้า

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ เอกสารโรเนียว ม.ป.ป.

สมพันธ์ ต้นมณี การศึกษายหยาบทการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาบุคลิกภาพ
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับ และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรินทิพย์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 62 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี กาญจนชาติรี การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อัดสำเนา

สุวิมล ขอบท่ากิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2 แผนกวิชา มัธยมศึกษา วิทยานิพนธ์ ศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า อัดสำเนา

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 วิทยานิพนธ์ กศ.ก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 226 หน้า อัดสำเนา

อารี สัตถทวี วิธีสอนแบบสร้างสรรค์ รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่หนึ่ง พ.ศ. 2510 กุสุสภา 2518

Anderson, D. Ronald and others. Developing Children Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. Prentice - Hall, Inc., 1970. 370 p.

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

Blankership, Dallas James. Study of the Effect of Creativity Training upon the Self - concept, Achievement and Creative, Performance of the First Grades Pupils. Dissertation Abstracts International. 36 : 7147 - Ag May, 1976.

Browell, W.A. "Criteria of Learning in Educational Research," Journal of Educational Psychology. August, 1948.

Carin, A.A and R.B Sund. Developing Questioning Teehnique, A Self Concept Approach. Ohio, Charles E. Merill Publishing, 1971, 1971. 169 p.

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

De Cesco, D.J., "The Psychology of Learning and Instruction," Englewood Cliffs, N.J. Prentice - Hall, Inc., 1968.

- Edward, Allen. L. Statistical Methods for the Behavioral Science. New York, Rihchart and CO. Inc., 1954. 542 p.
- Fan, Chung - Tch. Item Analysis Table. Princeton, New Jerseys, Educational Services, 1952. 32 p.
- Foster, Gerald William, "Cneativity and the Group Problem Solving Process," Dissertation Abstracts. 42(67) : 30 - 39 - A, January, 1982.
- Hanson, Kyle "What's the Problem ?" Journal of Science and Children. 10 : 32 - 33, October, 1976.
- Hutchinson, E.D. How to Think Creatively. New York, Abingdon Press, 1949. 237 p.
- Kusland, L.T and A.H. Stone. Teaching Children Science An Inquiry Approach. (Third Printing) California Wads Worth Publishing, Co., 1969. 464 p.
- Kolebas, Particia "The Effect on the Intelligence Reading Mathematics and Interest in Science Level of third Grade Students who Have Participated in Science - A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443 - A February 1972.
- McNulty, Darlen Marionette. "An Examination of the Quality of Fourth Grade Childrens' Creative Resulting from Three Approaches of Motivation Inroling Stimulus Questioning and Verbal Interaction" Dissertation Abstracts. 42(01) 82 - A, July, 1981.
- Olarinoye, Raphel Dale "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School, Dissertation Abstracts International. 39 : February, 1974.
- Penick, John E., Creativity in Fifth - Grade Science Students : The Effects of Two Patters of Instructions, Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307 - 314, 1976.
- Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of classroom Question and Social Studuies Schievement of Rifth - Grade Children, " Dissertation Abstracts 33 : 2245 - A, 1972.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Student Centered Teaching in the Secondary School. Columbus, Ohio : A Bell & Howell Co., 1974. 357 p.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creativily in the Secondary Schools. Philadelphia : W.B. Saunders, 1967. 430 p.

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

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

ကမ္ဘာတစ်ဝှမ်း

ภาคผนวก ก.

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมบัติของสาร

แผนการสอนโดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี

แผนการสอนที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ของสารละลายได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ของสารละลายได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของสารละลายในชีวิตประจำวันได้

ความคิดรวบยอด

1. สารเนื้อผสมคือสารที่ผสมกันอยู่มากกว่าหนึ่งอย่าง และลักษณะของเนื้อสารผสมแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน
2. สารเนื้อเดียว คือสารที่มองดูด้วยตามีลักษณะเนื้อสารผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. สารละลายคือสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปผสมกันอยู่ในเนื้อเดียวเมื่อมองดูด้วยตาเปล่าไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้
4. สารละลายมีทั้งที่เป็นของเหลว ของแข็ง และก๊าซ สารละลายแต่ละชนิดประกอบด้วย ตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย และมีคุณสมบัติแตกต่างไม่คงที่

เนื้อหา

1. ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

สารบางอย่างเมื่อมองดูด้วยตา ก็บอกได้ทันทีว่ามีสารผสมกันอยู่มากกว่าหนึ่งอย่าง และลักษณะของเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน ซึ่งเรียกว่า สารเนื้อผสม

ส่วนสารที่มองดูด้วยตาแล้วเห็นว่ามีลักษณะเนื้อสารผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียว เราเรียกว่า สารเนื้อเดียว

เราสามารถจำแนกสารออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะเนื้อสาร คือสารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม การตัดสินใจว่าสารประเภทใดมีสมบัติเป็นสารเนื้อเดียว หรือเป็นสารเนื้อผสม จะใช้แต่ประสาทสัมผัสทางตาอย่างเดียวไม่พอ การสังเกตเป็นเพียงศึกษาสมบัติของสารขั้นต้น แต่ยังมีสมบัติอย่างอื่น ๆ อีกที่เราควรจะได้ศึกษา

2. สารเนื้อเดียวประกอบด้วยอะไรบ้าง

การสังเกตด้วยตาแต่เพียงอย่างเดียว เราไม่สามารถบอกได้ว่า สารเนื้อเดียว ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว หรือมากกว่าหนึ่งชนิด แต่ในการเตรียมสารนักเรียนทราบแล้วว่า สารละลายประกอบด้วยตัวถูกละลายกับตัวทำละลาย ถ้านักเรียนเห็นสารเนื้อเดียว ชนิดหนึ่งโดยไม่ทราบว่า เป็นสารละลายหรือไม่ ก็จะไม่สามารถบอกได้ว่า สารเนื้อเดียวนั้น ประกอบด้วยอะไร และมีสมบัติอย่างไร

สารละลายมีจุดเดือดไม่คงที่ ปริมาณของสารที่ผสมกันอยู่จะทำให้ทราบสมบัติของ สารละลายได้ เมื่อเราทราบสมบัติของสารที่ผสมกันสารบางชนิดมีความสามารถในการละลาย น้ำและซึมผ่านแท่งขอสกหรือกระดาษกรองได้ต่างกัน จึงนำไปใช้เป็นหลักในการแยกสารที่ เรียกว่า โครมาโตกราฟี

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มเขียนชื่อสารชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียน รู้จักให้มากที่สุด แล้วส่งตัวแทนกลุ่มเขียนชื่อสารบนกระดาน ภายในเวลา 5 นาที

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี

ครูให้นักเรียนสังเกตสารหมายเลข 1 (สารละลาย) และสารหมายเลข 2 (สารเนื้อผสม) โดยใช้เวลาสังเกต 2 นาที แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม

1. สารหมายเลข 1 และสารหมายเลข 2 มีลักษณะอย่างไรบ้าง
2. สารหมายเลข 1 และสารหมายเลข 2 มีลักษณะต่างกันอย่างไร
3. นักเรียนสรุปลักษณะของสารหมายเลข 1 ได้อย่างไรบ้าง

จากการสังเกตลักษณะของสาร นักเรียนจะตอบคำถามต่อไปนี้ได้อย่างไร

1. น้ำหวาน, น้ำปลา, น้ำอัดลม, อากาศ แต่ละชนิดมีองค์ประกอบอะไรบ้าง
2. จากตัวอย่างข้อ 1 สารมีสถานะอะไรบ้าง
3. ลักษณะเนื้อสารเป็นอย่างไร
4. สารนี้มีสารผสมกันอยู่กี่ชนิด อะไรบ้าง
5. เมื่อตั้งทิ้งไว้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
6. จากคำตอบทั้ง 5 ข้อที่ผ่านมา นักเรียนจะเขียนข้อความอธิบายลักษณะและ

สมบัติของสารอย่างไร

7. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความนี้ได้อย่างไร

ขั้นการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลองและทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่

การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กัน

หรือไม่

2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความนี้ได้อย่างไร
3. สารที่นักเรียนเขียนข้อความอธิบายนั้นเรียกว่าอะไร
4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเนื้อหา

สื่อการเรียนรู้

น้ำหวาน, น้ำคลอง, น้ำปลา, น้ำอัดลม, ทองเหลือง

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความเพื่ออธิบายลักษณะและสมบัติของสาร
2. การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน
3. การอภิปรายและการตอบคำถาม

แผนการสอนที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ของสารบริสุทธิ์ได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ของสารบริสุทธิ์ได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของสารบริสุทธิ์ในชีวิตประจำวันได้

ความคิรวบยอด

1. สารบริสุทธิ์คือสารที่มีเพียงชนิดเดียว
2. สารบริสุทธิ์มีจุดเดือดคงที่
3. จุดเดือดปกติ คือจุดเดือดของของเหลวที่ความดันอากาศปกติที่ระดับน้ำทะเล หรือ 760 มิลลิเมตร
4. จุดเดือดปกติ เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารบริสุทธิ์

เนื้อหา

สารบริสุทธิ์

สารเนื้อเดียวหมายเลข 1 มีจุดเดือดคงที่ เมื่อต้มจนแห้ง น้ำจะระเหยไปหมด ไม่มีสารเหลือค้างอยู่เลย สรุปได้ว่า สารหมายเลข 1 เป็นสารบริสุทธิ์ มีสารเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

จุดเดือดของสารจะเปลี่ยนแปลงไปตามความดันบรรยากาศ เพราะฉะนั้นเมื่อเราจะหาจุดเดือดซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารบริสุทธิ์ จะต้องกำหนดความดันบรรยากาศไว้ด้วย จุดเดือดของของเหลวที่ความดันอากาศปกติที่ระดับน้ำทะเล ซึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรของปรอท เราเรียก จุดเดือดปกติ

ความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง จะแตกต่างกันไปจากความสามารถในการละลายของสารนั้นในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่ง และความสามารถในการละลายนี้เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร ซึ่งมีค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง

ผงชูรสเป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งที่เรานำมาใช้ประกอบอาหารให้มีรสชาติขึ้น แต่ได้มีการใส่โบแรกซ์ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์อีกชนิดหนึ่งผสมรวมเข้าไป แล้วจึงนำออกขายในชื่อผงชูรส เช่นเดิม เมื่อรับประทานเข้าไป โบแรกซ์จะทำให้มีอาการผิดปกติบางอย่างเกิดขึ้นในร่างกาย เช่น เวียนศีรษะ อาเจียน และถ้ารับประทานปริมาณมากอาจจะหมดสติได้ สำหรับผงชูรสถ้ารับประทานปริมาณมากก็ให้โทษได้ เช่น ทำให้เกิดอาการมีพิษ และมีผลต่อระบบประสาท ถ้าเป็นหญิงมีครรภ์แล้วทำให้เด็กเกิดใหม่พิการทางสมอง ฉะนั้นไม่ควรจะรับประทานสารชนิดนี้เป็นปริมาณมาก เพราะอาจเป็นอันตรายได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา

1. ข้อความที่นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและสมบัติของสารละลายว่าอย่างไร
2. ให้นักเรียนบอกชื่อสารละลาย และการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะของ น้ำตาล, เกลือ, น้ำกลั่น, เงิน, ทองแดง

เป็นเวลา 3 นาที แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม

1. จากการสังเกตสารต่าง ๆ นั้น ลักษณะของสารแต่ละชนิดเป็นอย่างไร
2. สารแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกันและเหมือนกันอย่างไรบ้าง
3. สารแต่ละชนิดเปลี่ยนสถานะได้หรือไม่
4. ถ้าสารเหล่านี้เปลี่ยนสถานะได้ แต่ละชนิดจะมีวิธีการทำได้อย่างไร
5. ถ้านำสารเหล่านี้ไปหาจุดเดือด จุดเดือดของสารนี้จะเป็นอย่างไ
6. จากคำตอบทั้ง 5 ข้อที่ผ่านมา นักเรียนจะเขียนข้อความอธิบายลักษณะและสมบัติของสารได้อย่างไร

7. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความนี้ได้อย่างไร

ขั้นการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง และทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่

การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กัน

หรือไม่

2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความนี้ได้อย่างไร

3. สารที่นักเรียนเขียนข้อความอธิบายนั้นเรียกว่าอะไร และมีสมบัติอย่างไรบ้าง

4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนรู้

น้ำตาล, เกลือ, น้ำกลั่น, เงิน, ทองแดง

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความอธิบายลักษณะและสมบัติของสารบริสุทธิ์

2. การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน

3. การอภิปรายและการตอบคำถาม

แผนการสอนที่ 3

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักการกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์ได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์ได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์การเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์ได้

ความคิดรวบยอด

สารบริสุทธิ์เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม

สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกัน

สารประกอบคือสารบริสุทธิ์ที่สลายตัวออกได้ด้วยพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม

เนื้อหา

สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

สารบริสุทธิ์มีสมบัติต่างกัน เช่น โบตัสเซียมเปอร์มังกาเนตเป็นผลึกสีม่วงเกือบดำ เมื่อละลายน้ำให้สีอย่างหนึ่ง แต่เมื่อเผาให้ก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด และสารที่เหลือจากการเผา เมื่อละลายน้ำจะให้สีหนึ่ง ลักษณะของสารก่อนเผาและหลังเผาดังกล่าวต่างกันเห็นได้ชัด มักเนเซียมก่อนเผามีลักษณะมันวาว แต่พอนำมาเผาจะลุกให้เปลวไฟสว่างจ้า สารที่เหลือจากการเผามีสมบัติเปลี่ยนไป น้ำตาลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว เมื่อเผาแล้วจะเปลี่ยนสี จึงสรุปได้ว่า

สารบริสุทธิ์บางอย่างเมื่อได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดสารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม นอกจากนี้สารบางชนิดยังสลายตัวให้ก๊าซอีกด้วย จึงเห็นได้ว่า สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกัน ดังนั้นเราอาจใช้วิธีเผาประกอบกับสมบัติอื่น ๆ เพื่อที่จะบอกว่าสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งคือสารอะไร

สารบริสุทธิ์มีมวลเปลี่ยนไปเมื่อได้รับความร้อน การที่สารบางชนิดเมื่อเผาแล้วมีมวลลดลงเพราะเกิดการสลายตัวให้ก๊าซชนิดหนึ่งออกมาจึงทำให้สารที่เหลือมีมวลลดลง ส่วนบางชนิดเมื่อเผาแล้วมีมวลเพิ่มขึ้นเพราะขณะที่เผาจะรวมตัวกับสารบางชนิดในอากาศ

สารบริสุทธิ์มีสารเพียงชนิดเดียว สารบริสุทธิ์บางอย่างสลายตัวออกได้ด้วยพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้า เป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม เราเรียกลักษณะที่ปรากฏนี้ว่าสารประกอบ ถ้าองค์ประกอบย่อยไม่สามารถจะแยกสลายต่อไปได้อีก เราเรียกองค์ประกอบย่อยนี้ว่า ธาตุ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้

1. สมบัติเฉพาะตัวของสารบริสุทธิ์ มีอะไรบ้าง
2. นักเรียนรู้จักสารบริสุทธิ์อะไรบ้าง

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี

ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะของโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต, เลดไนเตรต, แมกเนเซียม, น้ำตาล, แป้ง ใช้เวลาสังเกต 5 นาที แล้วตอบคำถาม

1. สารที่ให้นักเรียนสังเกตแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไรบ้าง
2. สารที่นักเรียนสังเกตนี้อยู่ในสถานะอะไร
3. สารเหล่านี้เปลี่ยนสถานะได้หรือไม่
4. สารเหล่านี้ถ้าได้รับความร้อน นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลง

อย่างไรบ้าง

5. นักเรียนเขียนข้อความอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารได้อย่างไร

6. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความที่ได้อย่างไร

ขั้นการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง และทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กันหรือไม่

2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความนี้ได้อย่างไร

3. สารบริสุทธิ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนรู้

โปสเตอร์เคมีเบอริงกานต, เลดไนเตรด, น้ำตาล, มักเนเซียม, เฉิง

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์
2. การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน
3. การอภิปรายและการตอบคำถาม

แผนการสอนที่ 4

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์สมบัติของธาตุได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์สมบัติของธาตุได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์สมบัติของธาตุในชีวิตประจำวันได้

ความคิดรวบยอด

ธาตุเป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์ ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติบางอย่างเหมือนกัน และบางอย่างต่างกัน

โลหะเป็นธาตุที่มีลักษณะผิวเป็นมัน ไม่เปราะ นำไฟฟ้าได้ดี นำความร้อนได้ดี มีความหนาแน่นสูง

อโลหะเป็นธาตุที่มีลักษณะผิวด้าน เปราะ นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้เลว มีความหนาแน่นต่ำ

เนื้อหา

ธาตุมีลักษณะเป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารบริสุทธิ์ ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติบางอย่างเหมือนกัน และบางอย่างต่างกัน เราจำแนกธาตุตามสมบัติได้ 2 ประเภท คือ โลหะ และอโลหะ

โลหะ มีสมบัติผิวเป็นมันวาว นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดี ไม่เปราะ

อโลหะ มีสมบัติผิวด้าน เปราะ นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้เลว

จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด ธาตุที่เป็นโลหะมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดต่ำ ยกเว้นคาร์บอน และอโลหะที่แก๊สมีความหนาแน่นน้อยมาก โลหะมีความหนาแน่นมากและความหนาแน่นน้อย จึงจำแนกโลหะออกได้เป็น 2 พวก คือ โลหะหนัก กับโลหะเบา

ตีบุกเป็นแร่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในลักษณะของสินแร่ที่เป็นสารประกอบออกไซด์ของตีบุก

ธาตุบางชนิดเป็นสารเคมีที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เช่น ออกซิเจน ช่วยในการหายใจ คัลเซียมเป็นส่วนประกอบของโครงกระดูก เหล็กช่วยในการสร้างเม็ดโลหิตแดง ไอโอดีนช่วยไม่ให้เกิดโรคคอพอก เป็นต้น ธาตุบางชนิดเป็นสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกายได้ เช่น บรอน ถ้าถูกดูดซับเข้าไปในร่างกายแล้วจะเกิดโรคพิษบรอน ทำให้ระบบประสาทเสียไปและอาจถึงแก่ชีวิตได้ น้ำมันเชื้อเพลิงและยาปราบศัตรูพืช มีสารตะกั่วเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เมื่อร่างกายได้รับธาตุนี้เข้าไปแล้ว จะเกิดอันตรายต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงานและยังไปทำลายระบบควบคุมความเจริญเติบโตของร่างกายได้อีกด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน ให้นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์เมื่อได้รับพลังงานความร้อน และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี

ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะของ เหล็ก, ตะกั่ว, สังกะสี, ตีบุก, กำมะถัน, ถ่าน โดยให้เวลาสังเกต 5 นาที แล้วตอบคำถามดังนี้

1. สารแต่ละชนิดที่นักเรียนสังเกตมีลักษณะอย่างไรบ้าง
2. นักเรียนคิดว่าสารเหล่านี้มีสมบัติอย่างไร
3. สารที่สังเกตชนิดใดที่นักเรียนคิดว่ามีสมบัติคล้ายกัน

4. สารที่นักเรียนจัดไว้ในพวกเดียวกันมีสมบัติอย่างไรบ้าง
5. นักเรียนเขียนข้อความอธิบายสมบัติของสารที่สังเกตได้อย่างไร
7. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความที่เขียนขึ้นได้อย่างไร

ขั้นตอนการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง และทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นตอนการอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่

การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กันหรือไม่
2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความได้อย่างไร
3. สารที่นักเรียนเขียนข้อความอธิบายมีชื่อเรียกว่าอะไร และมีสมบัติอย่างไรบ้าง
4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนรู้

เหล็ก, ตะปู, สังกะสี, ดีบุก, กำมะถัน, ถ่าน

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความเพื่ออธิบายสมบัติของธาตุ
2. การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน
3. การอภิปรายและตอบคำถาม

แผนการสอนที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์การรวมตัวของธาตุได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์การรวมตัวของธาตุได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของการรวมตัวของธาตุได้

ความคิรวบยอด

สารประกอบสามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าให้สารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลน้อยกว่าเดิม

ธาตุไม่สามารถแยกสลายตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ได้อีก แต่สามารถรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลเพิ่มขึ้น

ออกไซด์เป็นสารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่กับธาตุอื่น

เนื้อหา

ธาตุอาจเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ เช่น ทองคำ และคาร์บอนทั้งในรูป เพชร และกราไฟท์ แต่มีธาตุอีกมากที่ต้องถูกลงจากแร่ที่เป็นสารประกอบ

สารบริสุทธิ์ แบ่งออกได้เป็นพวกใหญ่ ๆ 2 พวก คือสารประกอบและธาตุ สารแต่ละพวกนี้มีสมบัติเฉพาะตัว สารประกอบสามารถแยกสลายตัวได้ด้วยพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าให้สารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลน้อยกว่าสารเดิม ส่วนธาตุไม่สามารถทำให้แยกสลายออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ได้อีก แต่สามารถรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดสารใหม่ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิมและมีมวลเพิ่มขึ้น

สารประกอบใด ๆ ก็ตามที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่กับธาตุอื่น เราเรียกสารประกอบนั้นว่า ออกไซด์ เช่น มีกเนเซียนออกไซด์ ประกอบด้วยธาตุมีกเนเซียนและธาตุออกซิเจน

แร่บางชนิดเกิดขึ้นในธรรมชาติในรูปของออกไซด์ เช่น แร่เยมาไทต์ แร่แคลซิเทอไรต์ วิธีที่จะแยกโลหะออกจากแร่ วิธีหนึ่งที่นักเรียนเคยทดลองคือใช้เผากับการบดซึ่งได้จากไม้ไผ่ไหม้เกรียม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนชื่อธาตุที่นักเรียนรู้จักให้ได้มากที่สุด ในเวลา 5 นาที จากนั้นให้หัวหน้ากลุ่มรายงานชื่อธาตุที่เขียนได้

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี

ครูให้นักเรียนสังเกตแผ่นเหล็กหรือมีดที่เป็นสนิม, สังกะสีที่เป็นสนิม, ทองแดงที่เป็นสนิม แล้วตอบคำถามดังนี้

1. จากการสังเกตสารตัวอย่างมีลักษณะอย่างไร
2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารตัวอย่างนั้น นักเรียนคิดว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. สารเหล่านี้สัมผัสกับอะไรตลอดเวลา
4. ในบรรยากาศมีก๊าซอะไรบ้าง
5. นักเรียนคิดว่าก๊าซใดที่ทำให้สารเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลง
6. นักเรียนเขียนข้อความอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารนี้ได้อย่างไร
7. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความที่เขียนขึ้นได้อย่างไร

ขั้นการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลองและทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่
การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กันหรือไม่
2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความได้อย่างไร
3. นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงของธาตุได้อย่างไร
4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนรู้

แผ่นเหล็ก, สังกะสี, ทองแดง ที่เป็นสนิม

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความเพื่ออธิบายความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของธาตุ
2. การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน
3. การอภิปรายและตอบคำถาม

แผนการสอนที่ 6

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนข้อความอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์การเผาคาร์บอนในอากาศได้
2. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากข้อความที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์การเผาคาร์บอนในอากาศได้
3. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
4. นักเรียนทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้
5. นักเรียนยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของการเผาคาร์บอนในอากาศได้

ความรู้ความยอด

เมื่อเผาคาร์บอน คาร์บอนจะรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อเผาเลดออกไซด์บนไม้ไผ่ไหม้เกรียม คาร์บอนจะรวมกับออกซิเจนในเลดออกไซด์ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และธาตุตะกั่ว

ส่วนประกอบของอากาศ มี ออกซิเจน 20% ไนโตรเจน 79% คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเฉื่อยประมาณ 1% และฝุ่นละออง

การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อากาศเสีย

เนื้อหา

เมื่อเผาคาร์บอนในหลอดทดลอง คาร์บอนจะรวมกับออกซิเจนในอากาศ เกิดออกไซด์ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติทำให้น้ำปูนใสขุ่น และเมื่อเผาสารสีเหลืองปนแดงบนไม้ไผ่ไหม้เกรียม จะสลายตัวเกิดธาตุตะกั่ว ทั้งนี้เพราะสารสีเหลืองปนแดงได้ทำปฏิกิริยากับธาตุคาร์บอนซึ่งได้จากไม้ไผ่ไหม้เกรียม คาร์บอนไปรวมกับออกซิเจนในเลดออกไซด์ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับธาตุตะกั่ว

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ของอากาศ พบว่าในอากาศประกอบด้วย
กาซออกซิเจนประมาณ 20% ไนโตรเจนประมาณ 79% คาร์บอนไดออกไซด์และกาซเฉื่อย
ผสมรวมกันประมาณ 1% และไอน้ำกับฝุ่นละออง

เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่น ๆ ส่วนแล้วแต่มีธาตุคาร์บอน
เป็นองค์ประกอบทั้งสิ้น เมื่อเผาคาร์บอนจึงเกิดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และถ้าการเผาไหม้
ของน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่เสื่อมสภาพทำให้เกิดกาซคาร์บอนมอนอกไซด์และเขม่าปน
อยู่ในบรรยากาศและทำให้อากาศเสีย ในเมืองใหญ่ ๆ และเมืองอุตสาหกรรมมีเขม่ามาก
โดยสังเกตได้จากอากาศชั้นล่างมีหมอกควันปกคลุม และจากน้ำฝนที่รองรับได้จากหลังคาบ้าน
จะมีเขม่าสีค้ำปนมาก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธาตุและสรุปข้อความ
ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของธาตุจากบทเรียนที่ผ่านมา โดยใช้เวลา 10 นาที

ขั้นการเรียนรู้การสอน

ขั้นสร้างแบบจำลองทฤษฎี

ครูให้นักเรียนตอบคำถามจากการสังเกตการเผาไหม้ของไม้ที่ไหม้เกรียม

1. จากการสังเกตการเผาไหม้ของไม้ที่ไหม้เกรียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
2. ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ไม้ที่ไหม้เกรียมคิดว่าเป็นกาซอะไร ก๊าซนี้มีสมบัติ

อย่างไร และนักเรียนจะมีวิธีทดสอบกาซนี้ได้อย่างไร

3. นักเรียนเขียนข้อความอธิบายการเปลี่ยนแปลงการเผาไหม้เกรียมได้อย่างไร

4. นักเรียนตั้งสมมติฐานจากข้อความที่เขียนขึ้นได้อย่างไร

ขั้นการทดลอง

ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การทดลอง

1. นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง และทดลอง เป็นเวลา 25 นาที

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง ต่อจากนั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่
การแก้ไข ปรับปรุง ข้อความที่สร้างขึ้น

1. ข้อความที่นักเรียนสร้างขึ้นกับผลการทดสอบสมมติฐานสัมพันธ์กันหรือไม่
2. นักเรียนจะแก้ไขปรับปรุงข้อความได้อย่างไร
3. นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการ เฝ้าใหม่ของไม้ให้ไม้เกรียม

ได้อย่างไร

4. การที่เกิดขึ้นคือกาอะไร และมีสมมติอย่างไรบ้าง
5. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนรู้

ไม้ให้ไม้เกรียม

การประเมินผล

สังเกตความสามารถของนักเรียน

1. การเขียนข้อความเพื่ออธิบายการ เปลี่ยนแปลงจากการ เฝ้าให้ไม้ให้ไม้เกรียม

ในอากาศ

2. การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน
3. การอภิปรายและการตอบคำถาม

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว กากบาทลงในกระดาษคำตอบ

1. ธาตุ หมายถึงสารใด ?
 - ก. สารละลาย
 - ข. สารบริสุทธิ์
 - ค. สารประกอบ
 - ง. สารผสม
 - จ. สารเนื้อเดียว
2. น้ำเป็นออกไซด์ของธาตุอะไร ?
 - ก. อีเลียม
 - ข. ออกซิเจน
 - ค. ไนโตรเจน
 - ง. ไฮโดรเจน
 - จ. คาร์บอนไดออกไซด์
3. จุดเดือดปกติหมายถึงข้อใด ?
 - ก. จุดเดือดของน้ำ
 - ข. จุดเดือดที่อุณหภูมิกองที่
 - ค. จุดเดือดที่สารมีอุณหภูมิร้อนจัด
 - ง. จุดเดือดที่อุณหภูมิ 1 บรรยากาศ
 - จ. จุดเดือดที่อุณหภูมิ 100°C

4. สมบัติของสารหมายถึงข้อใด ?
 - ก. คุณค่าของสาร
 - ข. ประโยชน์ของสาร
 - ค. การเปลี่ยนแปลงของสาร
 - ง. ลักษณะประจำตัวของสาร
 - จ. ถูกทั้ง 4 ข้อ
5. จากการทดลองทำโครมาโตกราฟีกับสารละลายสีเขียวได้สารละลายสีต่าง ๆ บนกระดาษกรองเรียงลำดับจากด้านนอกไปด้านใน คือ สีเขียว เหลือง ฟ้า สารใดมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีที่สุด ?
 - ก. ฟ้า
 - ข. เขียว
 - ค. เหลือง
 - ง. เท่ากันทุกสี
 - จ. ยังสรุปไม่ได้
6. จุดเคี้ยวหมายถึงอุณหภูมิที่สาร เปลี่ยนสถานะใดเป็นสถานะใด ?
 - ก. ของเหลว $\longrightarrow$ ก๊าซ
 - ข. ของแข็ง $\longrightarrow$ ก๊าซ
 - ค. ก๊าซ $\longrightarrow$ ของเหลว
 - ง. ของเหลว $\longrightarrow$ ของแข็ง
 - จ. ของแข็ง $\longrightarrow$ ของเหลว
7. ธาตุที่เป็นโลหะมีสมบัติอย่างไร ?
 - ก. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ
 - ข. จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นต่ำ
 - ค. จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นสูง
 - ง. จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นไม่คงที่
 - จ. จุดหลอมเหลว จุดเดือด และความหนาแน่นสูง

8. ขั้วแบตเตอรี่ทั้งสองด้าน เราเรียกว่าอะไร ?

- ก. ขั้วโคด, ขั้วเปิด
- ข. ขั้วบวก, ขั้วลบ
- ค. ขั้วเหนือ, ขั้วใต้
- ง. ขั้วแรง, ขั้วอ่อน
- จ. ขั้วเหมือนกัน, ขั้วต่างกัน

9. โลหะหนัก หมายถึงโลหะที่มีสมบัติอย่างไร ?

- ก. โลหะที่ถ่วงยาก
- ข. โลหะที่ทนความร้อน
- ค. โลหะที่มีปริมาณมาก
- ง. โลหะที่มีความหนาแน่นสูง
- จ. โลหะที่มีความแวววาวน้อย

คำสั่ง พิจารณารูปภาพตอบคำถามข้อ 10 - 11



10. จากภาพเป็นการเตรียมภาชนะอะไร ?

- ก. ซีลียม
- ข. ออกซิเจน
- ค. ไฮโดรเจน
- ง. ไนโตรเจน
- จ. คาร์บอนไดออกไซด์

11. น้ำปูนใส เราใส่ไว้ในหลอดเพื่ออะไร ?

- ก. ทดสอบสมบัติกาซ
- ข. ป้องกันหลอดแตก
- ค. ลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้น
- ง. เป็นตัวเร่งให้เกิดกาซเร็วขึ้น
- จ. ช่วยให้ไอควบแน่นเป็นหยดน้ำ

คำสั่ง พิจารณาตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 12 - 13

- ก. ไอโอดีน สังกะสี เงิน
- ข. สังกะสี เงิน ทองแดง
- ค. ทองคำ กำมะถัน เพชร
- ง. กำมะถัน เพชร ไอโอดีน
- จ. ทองแดง กราไฟต์ เหล็ก

12. สารในข้อใดจัดเป็นโลหะทั้งหมด ?

13. สารในข้อใดจัดเป็นอโลหะทั้งหมด ?

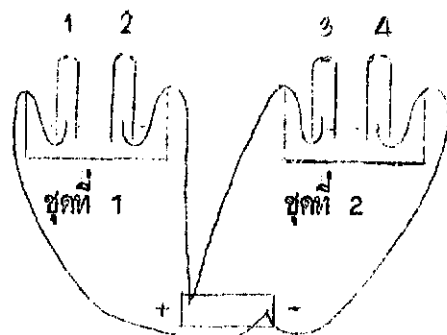
14. วิธีใดไม่สามารถแยกสารละลายออกจากกันได้ ?

- ก. ต้มจนแห้ง
- ข. การระเหย
- ค. แขน้ำแข็ง
- ง. การตกผลึก
- จ. โครมาโตกราฟี

15. โครมาโตกราฟีทำโดยวิธีใด ?

- ก. จุ่มขดลวดในน้ำสี
- ข. ต้มไว้ในถ้วยจนแห้ง
- ค. ย้อมผ้าขาวเป็นสีเหลือง
- ง. คั้นส้มแล้วกรองเอาแต่น้ำ
- จ. ใช้กระดาษขมจุ่มสารละลาย

คำสั่ง พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16 - 18



16. ถ้ากระแสไฟฟ้าครบวงจร จะเกิดการช็อกขีใจในหลอดใด ?
- 1 และ 2
 - 2 และ 3
 - 3 และ 4
 - 4 และ 1
 - 3 และ 1
17. ถ้าต้องการให้เกิดกาชัไฮโดรเจนในหลอด 3 และกาช็อกขีใจในหลอด 4 จะต้องต่อขั้วอย่างไร
- 3 กับบวก, 4 กับลบ
 - 4 กับบวก, 3 กับลบ
 - 3 และ 4 กับบวก, 1 และ 2 กับลบ
 - 2 และ 3 กับบวก, 1 และ 4 กับลบ
 - 1 และ 4 กับบวก, 2 และ 3 กับลบ
18. ถ้าขั้วที่ 1 ใส่น้ำกลั่น ขั้วที่ 2 ใส่น้ำกลั่นและเติมสารโซเดียมซัลเฟต จะเกิดกาชัในหลอดใด ?
- 1 และ 2
 - 2 และ 4
 - 1 และ 3
 - 3 และ 4
 - 1 และ 4

19. สารประกอบกับธาตุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?

- ก. สารประกอบรวมตัวเป็นธาตุ
- ข. ธาตุสลายตัวให้สารประกอบ
- ค. สารประกอบสลายตัวให้ธาตุ
- ง. ธาตุมีสารประกอบเป็นองค์ประกอบ
- จ. ธาตุบางชนิดคือสารประกอบนั่นเอง

20. สารประกอบคืออะไร ?

- ก. สารบริสุทธิ์ที่มีสารเพียงชนิดเดียว
- ข. สารบริสุทธิ์ที่ไม่สลายตัวต่อไปได้อีก
- ค. สารบริสุทธิ์ที่สลายตัวเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ได้
- ง. สารบริสุทธิ์ที่มีสารหลายชนิดมารวมกันไม่สามารถแยกสลายได้อีก
- จ. ข้อ ก. และ ค. ถูก

21. หลอดที่ 1  น้ำ + น้ำตาล	หลอดที่ 2  แอลกอฮอล์ + น้ำตาล
--	---

เขย่าหลอดทั้งสองปรากฏว่า หลอดที่ 1 น้ำตาลละลายหมด หลอดที่ 2 น้ำตาลไม่ละลาย นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าอย่างไร ?

- ก. น้ำตาลไม่สามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้
- ข. สารต่าง ๆ ไม่สามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้
- ค. สารต่าง ๆ มีความสามารถในการน้ำได้ดีกว่าในแอลกอฮอล์
- ง. น้ำตาลมีความสามารถในการละลายได้เฉพาะในน้ำเท่านั้น
- จ. น้ำตาลมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่าในแอลกอฮอล์

22. เด็กชายแดงต้มน้ำในหม้อเกอร์ให้ร้อน 80°C เพื่อนำมาทดลอง แต่ปรากฏว่าเมื่อเขารวบน้ำเกอร์ไว้ 5 นาที อุณหภูมิของน้ำลดลงเป็น 72°C โดยที่เขายังไม่ได้ทดลอง นักเรียนคิดว่าอะไร เป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลง ?
- พื้นที่โต๊ะมีผลทำให้ความร้อนของน้ำลดลง
 - ความร้อนของน้ำถูกถ่ายเทออกสู่อากาศรอบ ๆ
 - อุณหภูมิของอากาศต่ำลงทำให้ความร้อนของน้ำลดลง
 - ความดันของอากาศมีผลทำให้ความร้อนของน้ำลดลง
 - ความหนาแน่นของน้ำลดลงทำให้ความร้อนของน้ำลดลง
23. นักเรียนคนหนึ่งนำน้ำกลั่นที่ซื้อมาใหม่ มาตรวจสอบการนำไฟฟ้าปรากฏว่านำไฟฟ้าได้ นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าอย่างไร ?
- น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้
 - น้ำกลั่นมีสารอื่นเจือปน
 - น้ำกลั่นและน้ำนำไฟฟ้า
 - น้ำกลั่นเป็นสารบริสุทธิ์
 - อาจเป็นได้ทั้ง 4 ข้อ
24. จากการคาดคะเนคำตอบในข้อ 23 นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร ?
- ปฏิบัติการทดลองใหม่
 - ตรวจสอบสภาพการนำไฟฟ้าของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า
 - นำน้ำกลั่นไปต้มจนแห้ง สังเกตตะกอนที่เหลือจากการต้ม
 - เติมโซเดียมซัลเฟตลงในน้ำกลั่นแล้วทดสอบการนำไฟฟ้า
 - เติมโซเดียมซัลเฟตลงในน้ำกลั่นแล้วนำไปต้มจนแห้งสังเกตตะกอนที่เหลือจากการต้ม

25. วิธีตรวจสอบวิธีใดจึงจะง่ายและถูกต้องที่สุดในการทดสอบการคาดคะเนว่าของเหลวใดเป็นสารบริสุทธิ์ ?
- การกลั่น
 - การกรอง
 - การวัดอุณหภูมิ
 - การระเหยให้แห้ง
 - การหาจุดเยือกแข็ง
26. นักเรียนคนหนึ่งบันทึกไว้ในรายงานว่า เมื่อเขาเผาสารชนิดหนึ่ง เผาไปสักครู่ เขาเกิดอาการปวดศีรษะ นักเรียนคนนั้นคาดคะเนว่า "การที่เขาปวดศีรษะอาจเป็นเพราะเขะหายใจได้รับสารที่เกิดจากการเผา" การทดสอบใดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการค้นคว้าเบื้องต้นเกี่ยวกับอาการปวดศีรษะของนักเรียนคนนี้ ?
- ให้แพทย์ตรวจสอบนักเรียนทุกคนที่ผ่านการทดลองนี้
 - ส่งตัวอย่างสารนั้นให้นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบเพื่อจะมั่นใจว่าได้ผลน่าเชื่อถือ
 - ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งทดลองเผาสารชนิดนี้ โดยมีการควบคุมอย่างใกล้ชิด และบันทึกผลที่เกิดขึ้น
 - ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งทดลองเผาสารชนิดนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เผาสารชนิดนี้โดยไม่มีจมูก กลุ่มที่ 2 ใช้ผ้าปิดจมูกขณะเผา
 - เลือกหนู 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสำหรับทดสอบเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากพิษของสารดังกล่าว
27. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความผันแปรในการละลายของสาร x และสาร y ในน้ำ นักเรียนจะมีวิธีการทดลองอย่างไร ?
- ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอด จำนวนเท่า ๆ กัน เติมสาร x, y ลงในหลอดทั้งสองแล้วเขย่า
 - ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอดจำนวนเท่า ๆ กัน เติมสาร x, y ลงในหลอดทดลองทั้งสองแล้วเขย่าเป็นเวลา 3 นาที

- ค. ใส่ น้ำ ในหลอดทดลอง 2 หลอดจำนวนเท่า ๆ กัน เติมน้ำสาร x, y ลงในหลอดทั้งสอง หลอดละ 2 ซีออนเบอร์ 1 แล้วเขย่าเป็นเวลา 3 นาที
- ง. ใส่ น้ำ ในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด ๆ ละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำสาร x ในหลอดที่ 1 และสาร y ในหลอดที่ 2 อย่างละ 2 ซีออนเบอร์ 1 เขย่าหลอดทั้งสอง 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- จ. ถูกทุกข้อ

คำอธิบาย ในการทดลองเพื่อทดสอบการคาดคะเนว่า "น้ำครวมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่าในอัลกอฮอล์" นักเรียนได้ออกแบบการทดลองดังนี้

1. หลอดที่ 1 ใส่ น้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลอดที่ 2 ใส่ อัลกอฮอล์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 2. เติมน้ำตาลลงในหลอดทดลองทั้งสองหลอด หลอดละ 1 ซีออนเบอร์ 2
 3. นำหลอดที่ใส่น้ำแช่น้ำเดือด 5 นาที
 4. เขย่าหลอดทั้งสอง
 5. ถ้าเห็นว่าน้ำตาลละลายหมดให้เติมต่อไปทีละซีออนจนเห็นว่าไม่ละลาย
28. วิธีการดังกล่าวข้างต้น ขั้นตอนใดไม่สามารถนำผลที่ได้มาตัดสินการคาดคะเนได้
- ก. 1
 - ข. 2
 - ค. 3
 - ง. 4
 - จ. 5
29. ผลการทดลองเผาสาร x, y, z ได้ข้อมูลดังนี้ สาร x, y, z ก่อนเผามวล 10.1, 8.6, 9.5 กรัม ตามลำดับ
- สาร x, y, z หลังเผาผล 10.3, 8.9, 9.3 กรัม ตามลำดับ
- จากผลการทดลองนี้นักเรียนเสนอข้อมูลอย่างไรจึงสะดวกแก่ผู้ศึกษา

ก.

ชนิดของสาร	x	y	z
น้ำหนักก่อนเผา (กรัม)	10.1	8.6	9.5
น้ำหนักหลังเผา (กรัม)	10.3	8.9	9.3

ข.

	x	y	z
ก่อนเผา (กรัม)	10.1	8.6	9.5
หลังเผา (กรัม)	10.3	8.9	9.3

ค.

	ก่อนเผา (กรัม)	หลังเผา (กรัม)
x	10.1	10.3
y	8.6	8.9
z	9.5	9.3

ง.

สาร	มวลของสาร (กรัม)	
	ก่อนเผา	หลังเผา
x	10.1	10.3
y	8.6	8.9
z	9.5	9.3

จ. สาร x ก่อนเผา 10.1 กรัม

สาร x หลังเผา 10.3 กรัม

สาร y ก่อนเผา 8.6 กรัม

สาร y หลังเผา 8.9 กรัม

สาร z ก่อนเผา 9.5 กรัม

สาร z หลังเผา 9.3 กรัม

30. จากการหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุ x, y, z, ได้ข้อมูลดังนี้
จุดหลอมเหลวของธาตุ x, y, z, เท่ากับ -212.4, -259.1, -38.9,
3552.2 ตามลำดับ
จุดเดือดของธาตุ x, y, z, เท่ากับ -183.0, -252.5, 346.6, 4827
ตามลำดับ

นักเรียนจะเสนอข้อมูลอย่างไรจึงจะสะดวกแก่ผู้ศึกษา

ก.

A	B	C	D	ธาตุ
-212.4	-259.1	-38.9	3552.2	จุดหลอมเหลว
-183.0	-252.5	346.6	4827	จุดเดือด

ข.

ธาตุ	A	B	C	D
จุดหลอมเหลว	-212.4	-259.1	-38.9	3552.2
จุดเดือด	-183.0	-252.5	346.6	4827

ก.

ธาตุ	จุดเดือด	จุดหลอมเหลว
A	-183	-212.4
B	-252.5	-259.1
C	346.6	-38.9
D	4827	3552.2

ง.

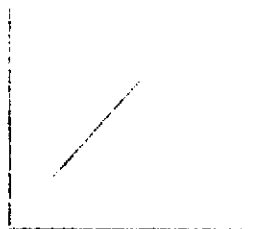
จุดหลอมเหลว	จุดเดือด	ธาตุ
-212.4	-183	A
-259.1	-252.5	B
-38.9	346.6	C
3552.2	4827	D

จ.

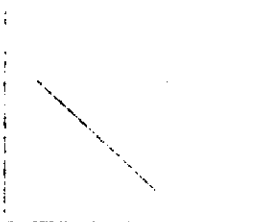
จุดหลอมเหลว	ธาตุ	จุดเดือด
-212.4	A	-183
-259.1	B	-252.5
-38.9	C	346.6
3552.2	D	4827

31. ข้อใดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารบริสุทธิ์กับความดันบรรยากาศ โดยให้แก๊ตัง = จุดเดือด (องศาเซลเซียส) และแกนนอน = ความดันบรรยากาศ (มิลลิเมตรของปรอท)

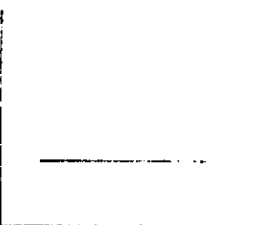
ก.



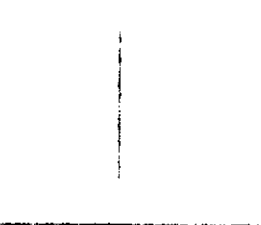
ข.



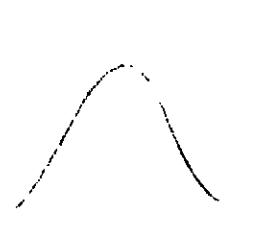
ค.



ง.

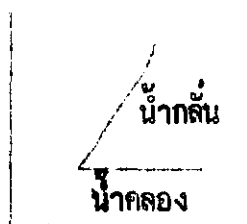


จ.

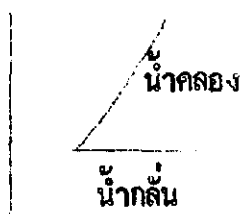


32. นำนํ้ากลั่นและนํ้าคลองไปต้มจนเดือด วัดอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาที
นำผลการทดลองเขียนกราฟโดยใช้แกนตั้ง = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) แกนนอน =
เวลา (นาที) กราฟในข้อใดถูกต้องที่สุด ?

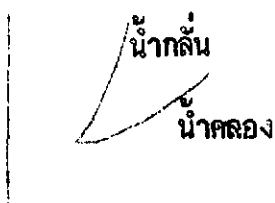
ก.



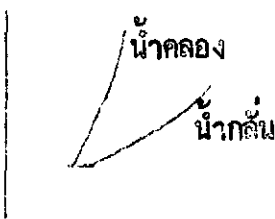
ข.



ค.



ง.



จ.



คำสั่ง ตารางแสดงค่าโดยประมาณของจุดหลอมเหลวของธาตุบางชนิด (ตอบคำถามข้อ 33)

ธาตุ	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
อลูมิเนียม	660.2
กลอรีน	100.9
เหล็ก	1,535
ตะกั่ว	327.5
ปรอท	-38.9

33. สมมติว่านำสารทั้ง 5 ชนิดไปเผาในเตาอบที่อุณหภูมิ 1,555 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นลง สารใดจะแข็งตัวก่อน ?

- ก. ตะกั่ว
- ข. เหล็ก
- ค. ปรอท
- ง. กลอรีน
- จ. อลูมิเนียม

คำสั่ง พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 34 - 36

ธาตุ	A	B	C	D	E
จุดหลอมเหลว	-3552.2	1083	648.8	-38.9	-259.1
จุดเดือด	4827	2595	1090	356.6	-252.5

34. ธาตุที่มีสถานะเป็นการที่อุณหภูมิห้องคือธาตุใด ?
- ธาตุ A
 - ธาตุ B
 - ธาตุ C
 - ธาตุ D
 - ธาตุ E
35. จากข้อ 34 นักเรียนทราบได้อย่างไร ?
- จุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง
 - จุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง
 - จุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง
 - จุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิห้อง
 - จุดหลอมเหลวจุดเดือดเท่ากับอุณหภูมิห้อง
36. ธาตุที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ $-1,000$ องศาเซลเซียส คือธาตุใด ?
- ธาตุ A
 - ธาตุ B
 - ธาตุ C
 - ธาตุ D
 - ธาตุ E
37. สาร A เมื่อนำมาซึ่งก่อนเผาหนัก 15.8 กรัม เมื่อเผาแล้วนำมาซึ่งอีกครั้งหนึ่งหนัก 19.5 กรัม นักเรียนคิดว่าสาร A เป็นอะไร
- ธาตุ
 - ของผสม
 - สารละลาย
 - สารเนื้อผสม
 - สารประกอบ

38. สาร B เป็นของแข็งเมื่อเผาสารนี้จะได้การออกซิเจน สารที่เหลือจากการเผาเป็นสีดำ นักเรียนคิดว่าสาร B เป็นอะไร ?
- ธาตุ
 - ของผสม
 - สารละลาย
 - สารเนื้อผสม
 - สารประกอบ
39. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งหนัก 100 กรัม นำมาหาจุดหลอมเหลวได้ 45 องศาเซลเซียส นำสารนี้มา 50 กรัม หาจุดหลอมเหลวได้ 45 องศาเซลเซียส ถ้านำสารนี้มาเพียง 15 กรัม จุดหลอมเหลวจะมีค่าเท่าไร ?
- 25 องศาเซลเซียส
 - 35 องศาเซลเซียส
 - 45 องศาเซลเซียส
 - 80 องศาเซลเซียส
 - 100 องศาเซลเซียส
40. เมื่อนำของเหลวจากขวด ก. ไปกลั่นจะได้ของเหลว ข. น้ำของเหลว ข. นี้ไปต้ม บันทึกอุณหภูมิได้ดังนี้ 85, 85, 85, 87, 88, 89, 90 °C ของเหลว ข. นี้เป็นสารประเภทใด ?
- ของผสม
 - สารละลาย
 - สารบริสุทธิ์
 - สารเนื้อผสม
 - สารที่จุดเดือดต่ำ

41. ถ้าไฟฟ้าที่บ้านนักเรียนดับเพราะฟิวส์ขาดนักเรียนจะใช้วัตถุใดที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในกรณีนี้หาฟิวส์ใหม่มาแทนไม่ได้ ?

- ก. เหล็ก
- ข. ตะกั่ว
- ค. สังกะสี
- ง. ทองแดง
- จ. อลูมิเนียม

คำสั่ง พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 42 - 45

ธาตุ	จุดหลอมเหลว	จุดเดือด	ความหนาแน่น	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน	การตีไฟ
A	-218.4	-183	0.0014	ไม่นำ	ไม่นำ	ไม่ติด
B	112.4	444.7	2.07	นำ	นำ	ติด
C	648.8	1090	1.74	นำ	นำ	ติด
D	1083	2595	8.92	นำ	นำ	ไม่ติด
E	-38.9	356.6	13.5	นำ	นำ	ไม่ติด

คำตอบต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 42 - 45

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

42. นักเรียนจะเลือกธาตุใดที่เหมาะสมที่สุดจากตารางมาทำกะทะ
43. นักเรียนจะเลือกธาตุใดที่เหมาะสมที่สุดจากตารางมาทำเชือกเพลิง
44. นักเรียนจะเลือกธาตุใดที่เหมาะสมที่สุดจากตารางมาทำสายไฟฟ้า
45. นักเรียนจะเลือกธาตุใดที่เหมาะสมที่สุดจากตารางมาบรรจุในลูกโป่ง

ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบและคะแนนจากการทดสอบ

ตาราง 11 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

ข้อ	p_H	p_L	p	r	Δ	ข้อ	p_H	p_L	p	r	Δ
1	.87	.12	.49	.73	13.1	24	.50	.50	.50	-	13
2	.43	.12	.26	.38	15.5	25	.68	.37	.53	.31	12.7
3	.56	.18	.36	.41	14.4	26	.31	.12	.21	.27	16.3
4	.93	.37	.68	.62	11.1	27	.62	.18	.39	.16	14.1
5	.43	.18	.30	.29	15.1	28	.37	.12	.24	.33	15.9
6	.93	.31	.65	.66	11.4	29	.68	.31	.49	.37	13.1
7	.93	.31	.65	.66	11.4	30	.87	.25	.58	.62	12.2
8	.93	.37	.68	.62	11.1	31	.28	.12	.20	.24	16.4
9	.87	.68	.78	.26	9.9	32	.81	.43	.63	.40	11.7
10	.56	.12	.32	.49	14.9	33	.56	.25	.40	.32	14.0
11	.68	.18	.42	.51	13.8	34	.50	.12	.29	.44	15.2
12	.75	.43	.59	.33	12.0	35	.43	.18	.30	.29	15.1
13	.62	.31	.46	.32	13.4	36	.43	.18	.30	.29	15.1
14	.87	.43	.67	.48	11.3	37	.31	.12	.21	.27	16.3
15	.56	.12	.32	.49	14.8	38	.68	.12	.38	.58	14.2
16	.62	.31	.46	.32	13.4	39	.37	.12	.24	.33	15.9
17	.93	.25	.62	.70	11.8	40	.68	.06	.33	.67	14.7
18	.75	.12	.42	.63	13.8	41	.56	.12	.32	.47	14.8
19	.68	.12	.38	.58	14.2	42	.50	.25	.37	.27	14.3
20	.38	.06	.20	.47	16.4	43	.25	.18	.21	.20	16.2
21	.62	.37	.49	.25	13.1	44	.50	.37	.43	.13	13.7
22	.43	.18	.30	.29	15.2	45	.50	.37	.43	.13	13.7
23	.43	.25	.34	.20	14.7						

ตาราง 12 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ค่าสถิติ แบบทดสอบ	k	$\bar{X}$	s	r_{tt}	s_E
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45	16.15	4.41	.506	3.09
ความคิดสร้างสรรค์	3	43.83	16.84	.629	10.24

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเข้าเรียน
และสอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

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

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม

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

ตาราง 15 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียน
ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D
1	41	50	9
2	60	108	48
3	36	52	16
4	41	106	65
5	33	63	30
6	34	102	68
7	36	89	53
8	49	139	90
9	44	100	56
10	20	86	66
11	15	85	70
12	29	51	22
13	56	92	36
14	25	80	55
15	16	83	67

เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D
16	27	80	53
17	42	49	7
18	54	116	62
19	37	53	16
20	46	66	20
21	38	83	45
22	29	30	1
23	59	77	18
24	25	64	39
25	47	60	13
26	42	114	72
27	38	86	48
28	18	43	25
29	47	129	82
30	45	57	12

ตาราง 16 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอบก่อนเรียน และสอบหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D	เลขที่	สอบก่อน	สอบหลัง	D
1	20	35	15	16	39	79	40
2	55	53	-2	17	45	58	13
3	110	136	26	18	48	85	37
4	17	20	3	19	59	81	22
5	17	27	10	20	64	52	-12
6	13	30	17	21	26	58	32
7	22	30	8	22	84	123	39
8	45	86	41	23	62	85	23
9	78	78	-	24	41	58	17
10	27	61	32	25	52	54	2
11	45	62	17	26	39	103	64
12	73	80	7	27	64	102	38
13	82	103	21	28	42	69	27
14	34	65	31	29	45	66	21
15	33	56	23	30	26	40	14

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสร้างและทดสอบ
แบบจำลองทฤษฎีกับโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

บทคัดย่อ
ของ
สมพันธ์ อินทรวง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2529

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดย
การสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎีกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2528
โรงเรียนไทรทิมวิทยา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ที่ได้มาโดยการสุ่มจำนวน 60 คน

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่าง
ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่าง
ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองสูงกว่า
กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องแคล่ว
ในการคิดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
8. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
9. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

10. พัฒนาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARATIVE STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS'
A CADEMIC ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CREATIVE
THINKING THROUGH CONSTRUCTING AND TESTING
THE THEORETICAL MODEL AND THROUGH THE
METHOD IN THE IPST TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

SOMPUN INSOUNG

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

April 1986

The purpose of this study were to compare the academic achievement in Science, Scientific Creative Thinking development of academic achievement in Science and development of Scientific Creative thinking by Constructing and Testing the Theoretical Model and through the Method in the IPST Teacher's Manual.

The subjects were 60 students who were randomly selected from Mathayom Suksa I students of Laihinvitaya School, Khorkha District in Lampang in the 1985 academic year.

The results of this study indicated that

1. The academic achievement in Science of the experimental and control group were not significantly different.
2. The development of academic achievement in Science of the experimental group were significantly different at the .01 level.
3. The development of academic achievement in Science of the control group were significantly different at the .01 level.
4. The development of academic achievement in Science of the experimental and control group were significantly different.
5. The Scientific Creative Thinking of the experimental and control group were not significantly different.
6. The component of Scientific Creative Thinking, Originality of the experimental group were significantly different and higher than the control group at the .05 level.
7. The component of Scientific Creative Thinking, the fluency and flexibility of both group were not significantly different.

8. The development of Scientific Creative Thinking of the experimental group were significantly different at the .01 level.

9. The development of Scientific Creative Thinking of the control group were significantly different at the .01 level.

10. The development of Scientific Creative Thinking of the experimental group were significantly different and higher than the control group at the .01 level.