

การศึกษามูลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาญชัย กิจสวัสดิ์

๑๖ เม.ย. ๒๕๓๕

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๒๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177108

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

..... ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

ประกาศขอบคุณ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์โชติ เพชรชื่น อาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี และอาจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รัตนวิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ Mrs. Frankel ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และขอขอบคุณ คุณอารีย์ แวชาญ ที่ได้ช่วยติดต่อกและ แปลเอกสารสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์สมพันธ์ อินทรวง อาจารย์สมสมัย สมทรัพย์ และอาจารย์ฤดี ประสพศักดิ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ กลุ่มการมัธยมศึกษา และท่านที่ได้มีส่วนช่วยให้งาน วิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเนื่องมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขออุทิศ เป็นสักการะแด่บรรพชนอาจารย์ ผู้ยังประโยชน์ให้แก่การศึกษาของไทย และท่าน ที่เคยให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยทุกท่าน

ชาญชัย กิจสวัสดิ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	กํานัลยามคําศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	17
	เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการสร้างแบบฝึก	19
	เอกสารเกี่ยวกับการสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพ และแผนภูมิ	27
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	51
3	วิธีดำเนินการ	53
	ประชากร	53
	กลุ่มตัวอย่าง	53
	วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	53
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	53

การดำเนินการทดลอง	58
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62
การวิเคราะห์ข้อมูล	62
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1	
กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	62
เปรียบเทียบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1	
กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	63
เปรียบเทียบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม	
ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1	
กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	65
ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความถนัดสร้างสรรค์	
ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2	69
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	70
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	72
ความมุ่งหมายของการศึกษากันคว้า	72
สมมติฐานในการศึกษากันคว้า	72
วิธีดำเนินการศึกษากันคว้า	73
การวิเคราะห์ข้อมูล	74

บทที่	หน้า
สรุปผลการศึกษากันคว้า	74
อภิปรายผลการศึกษากันคว้า	75
ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	89
ก. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	90
ข. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ	98
ค. แบบทดสอบและผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	106
ง. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พุกษชลธาร	118

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู	11
2	แบบแผนการศึกษาครั้งนี้	58
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	62
4	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	63
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ..	64
6	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	64
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	65
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	66
9	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด ยืดหยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	66
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	68

11	เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความ ถ่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	68
12	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการ สอบก่อน-สอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 กลุ่มควบคุม	69
13	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์จากการสอบก่อน-สอบหลังการทดลองของ กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม	70
14	ค่า p และ r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์	119

บัญชีภาพประกอบ

10

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	14
---	--	----

ภูมิหลัง

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ ปริมาณและสถานะของวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนไป ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติเป็นไปในแนวใหม่ ๆ ความถึกรวบยอด (concept) ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ที่สืบทอดกันมาก็เปลี่ยนไป วิทยาการบางสาขา เช่น วิทยาศาสตร์อวกาศ (space science) วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพื้นพิภพ (earth science) และชีวเคมี ฯลฯ ได้รุ่งเรืองขึ้น ความรู้ข้อเท็จจริงทั้งหลายที่สัมพันธ์กันมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า information crisis ขึ้น ยิ่งกว่านั้น การที่วิทยาศาสตร์ประยุกต์เข้ามามีบทบาทต่อโลก วิถีชีวิตและการทำงานของมนุษย์ตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์มากขึ้นเพียงไร วิทยาศาสตร์ก็ยังเพิ่มความสำคัญมากขึ้นเพียงนั้น (พิศาล สร้อยธูร 2524 : 1 อ้างอิงมาจาก Klopfer) โดยจะพอจะประมัตไทยความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังมีบทบาทสำคัญต่อสภาวะเศรษฐกิจ สังคม และความเป็นอยู่ของประชากรอย่างมาก

จากการที่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว วิทยาการและความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมายนี้ การที่จะถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนจดจำทั้งหมดนั้นจึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้และไม่เกิดประโยชน์อันใด อีกทั้งความรู้ทางด้านทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็มีใช้ความจริงที่คอยตัวเสมอไป อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาขึ้น และแม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะสามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์ได้ (นิดา สะเพียรชัย 2520 : 6)

การเตรียมคนให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก เราจะต้องสร้างคนให้รู้จักคิด รู้จักสร้าง (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 1) ดังความเห็นของ สิบปนนท์ เกตุทัต (สิบปนนท์ เกตุทัต 2518 : 46) อดีตประธานคณะกรรมการวางแผนพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษาว่า "การศึกษาที่พึงประสงค์

ต้องเป็นการศึกษาที่ส่งเสริมความคิดริเริ่ม ส่วนการจัดการศึกษาควรจัดให้เยาวชนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนด้วย" การเตรียมบุคคลให้มีความคิดสร้างสรรค์เป็นหน้าที่ของครูทุกวิชาและโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูวิทยาศาสตร์จะต้องรับภาระที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาบุคคลซึ่งไม่ใช่แต่ด้านพัฒนาความคิดของผู้เรียนเท่านั้น แต่ครูยังต้องช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เจตคติ และมีบุคลิกนักวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะถ้าผู้เรียนมีความสามารถเช่นนั้นแล้ว ก็จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของชีวิต สร้างสรรค์สังคมให้สามารถอยู่ในโลกแห่งความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (สุวัฑน์ นิยมคำ 2517 : 5)

ในการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะประเทศไทย กำลังคนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ก่อให้เกิดความก้าวหน้าของประเทศ ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศที่เจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ การค้นพบ การประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ล้วนแต่เป็นผลมาจากความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น ดังนั้นการพัฒนาประเทศไทยให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายประการแรกที่ต้องทำคือ การพัฒนาประชากรในประเทศโดยเฉพาะเยาวชน ให้เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง โดยถือหลักที่ว่าถ้ายังมีกำลังคนที่มีความคิดริเริ่ม (creative personality) มากเท่าใด การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมก็จะได้ผลดียิ่งขึ้นเพียงนั้น (ธำรง บัวศรี 2510 : 24) ดังจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น (กระทรวงศึกษา 2521 : 2) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบแบบแผน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และจากแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) ที่ว่า "การพัฒนาความสามารถทางการสร้างสรรคั้นควรเป็นเป้าหมายประการแรกของการศึกษา" เขาเชื่อว่า การสร้างสรรค์เป็นส่วนที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาการของมนุษย์ ซึ่งควรได้รับการสนับสนุนและกระตุ้นให้เกิดขึ้นในโรงเรียน (Mc.Candless and Ellis. 1970 : 301 citing Piaget. 1954)

ปัจจุบันหลักสูตรวิทยาศาสตร์ซึ่งรับผิดชอบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มาใช้ ซึ่งเชื่อว่า ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงวิธีการค้นคว้าหาข้อเท็จจริง วิธีการในการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ ชันด์ (สวัทซ์ นิยมคำ 2517 : 125 อ้างอิงมาจาก Sund) ได้ให้นิยามของคำนี้ว่า "Inquiry is defined as a search for knowledge or truth. The emphasis is on the search than the product" หมายความว่า เป็นการหาความรู้หรือความจริงโดยเน้นที่วิธีการได้มาซึ่งความจริง มากกว่าตัวของความจริงอันเป็นผลผลิตของการค้นคว้า และนิตา สะเพียรชัย (นิตา สะเพียรชัย 2518 : 21) ก็กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบหนึ่ง เพราะวิธีการสอนแบบนี้เน้นหนักในด้าน กระบวนการเป็นสำคัญ

ดังนั้น วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริม การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพราะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็เป็นกระบวนการ คิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทอแรนซ์ (Torrance) ได้ให้คำอธิบายกระบวนการคิดอย่าง สร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นกระบวนการของความรู้ลึกไวก่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ขึ้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป เหตุนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และทอแรนซ์เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า "กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์" หรือ "Creative Problem Solving" (อารี รังสินันท์ 2526 : 5-6 อ้างอิงมาจาก Torrance)

ถึงแม้ว่า สสวท. จะได้พยายามพัฒนาหลักสูตรและรูปแบบการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนอยู่เรื่อยมา ความสมบูรณ์อย่างแท้จริงยังจะต้องอาศัยเวลาและความ ร่วมมือจากครูผู้สอน บุคคลผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้องคิดค้นหาวิธีการพัฒนารูปแบบวิธีการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อเด็กจะได้พัฒนาศักยภาพด้านความคิด สร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ดังที่อารี รังสินันท์ (อารี รังสินันท์ 2527 : 158) ได้กล่าวว่า เด็กทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ผู้ใหญ่เพียงแต่ส่งเสริมคุณลักษณะความคิด สร้างสรรค์ ความกล้า ความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้นใฝ่หาความรู้เท่านั้น

วิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในปัจจุบันมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้สถานการณ์เร้าให้เกิดปัญหา การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง การจัดกิจกรรมให้ปฏิบัติจริง ฯลฯ เป็นต้น วิธีการเหล่านี้ล้วนมุ่งให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การหาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหานักเรียนจะมีมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่สมาคม American Association for the Advancement of Science แบ่งไว้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ดังที่กิบป์ (Gibb. 1968 : 3051) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นขั้นตอนขั้นแรกในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และธงชัย ชิวปรีชา (ธงชัย ชิวปรีชา 2521 : 60) ได้ให้ความเห็นว่า ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นทักษะที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

จากที่กล่าวมาแล้วจึงอาจสรุปได้ว่า การให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานก็เท่ากับเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการเรียนรู้นั่นเอง เนื่องจากการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งพินธ์และซันด์ (สุปรีชา ลำเจียก 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) เรียกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาเช่นนี้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์"

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลอันเกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐาน ซึ่งจะศึกษาในรูปแบบของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานสามวิธีคือ นักเรียนฝึกด้วยตนเองโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ นักเรียนฝึกด้วยตนเองโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ และฝึกโดยใช้การอภิปรายตามกลุ่มมือครูในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว่าจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์อย่างไร เพื่อเป็นการแสวงหาวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้
รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
รูปภาพหรือแผนภูมิและการอภิปรายตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม
ความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึก
ทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการ
อภิปรายตามคู่มือครู

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้า ทำให้ทราบถึงวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะ
การตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการ
อภิปรายตามคู่มือครู ว่าวิธีนี้จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากัน อันจะเป็นแนวทางให้ครู-อาจารย์ได้นำไป
พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศักยภาพ
ทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษากันทั่ว

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 400 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 120 คน

3. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที

4. ตัวแปรที่ศึกษากันทั่ว

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานดังนี้

4.1.1 ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

4.1.2 รูปภาพหรือแผนภูมิ

4.1.3 การอภิปรายตามคู่มือครู

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

4.2.2.1 ความคิดริเริ่ม

4.2.2.2 ความคิดยืดหยุ่น

4.2.2.3 ความคล่องในการคิด

5. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา จากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ

กานิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาและตั้งสมมติฐาน อภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง วิธีการทดลอง และข้อควรระมัดระวังในขณะทำการทดลอง

1.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล ค้นหาคำตอบด้วยวิธีการทดลอง

1.3 ขั้นสรุปหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายเพื่อสรุปตรวจสอบสมมติฐาน สรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้

2. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คาดคะเนล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน และจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

3. ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง วัสดุและ/หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ที่นำมาจัดกระทำเพื่อให้เห็นปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์อันเป็นผลมาจากข้อเท็จจริง กฎ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. รูปภาพหรือแผนภูมิ หมายถึง หัตถ์วัสดุที่นำมาใช้ประกอบแบบฝึกทักษะ การตั้งสมมติฐาน โดยที่รูปภาพคือภาพวาดเหมือนของจริง ส่วนแผนภูมิคือ ภาพที่ทำหน้าที่อธิบายข้อมูล เปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ และกระบวนการโดยมีสัญลักษณ์เข้าไปเกี่ยวข้อง

5. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมฝึกฝนนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยวิธีการฝึก 3 แบบคือ

5.1 การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

5.2 การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

5.3 การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

6. การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนสังเกตจากชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบฝึก ซึ่งประกอบด้วยชุดย่อย ๆ 6 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 . คำชี้แจงการใช้ชุดแบบฝึก

ตอนที่ 2 : คู่มือการใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 . การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก) ชื่นสังเกตและพิจารณาปัญหา ให้นักเรียนสังเกตชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การสืบค้นหาคำตอบ

ข) ค้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้ ให้นักเรียนระบุคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นการฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคาดคะเนคำตอบหลาย ๆ แนวทาง

ค) ชื่นตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนเขียนสมมติฐานจากเหตุผลที่เป็นไปได้ โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." เพื่อเป็นการฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนสมมติฐานที่สามารถทำการตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง

ตอนที่ 4 . เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feed back) เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ศึกษาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตนได้สร้างขึ้นมา พร้อมทั้งเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาให้นักเรียนตรวจสอบต่อไปในขั้นทดลอง ตามวิธีการในบทเรียน

7. การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ คือ การจัดกิจกรรมฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง โดยการสังเกตรูปภาพหรือแผนภูมิ เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบฝึก ซึ่งประกอบด้วยชุดย่อย ๆ 6 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 . คำชี้แจงการใช้ชุดแบบฝึก

ตอนที่ 2 . ศึกษารูปภาพหรือแผนภูมิ และฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก) ขั้นสังเกตและพิจารณาปัญหา ให้นักเรียนสังเกตรูปภาพหรือแผนภูมิ และศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การสืบค้นหาคำตอบ

ข) ขั้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้ ให้นักเรียนระบุคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้จากข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตและปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นการฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคาดคะเนคำตอบหลาย ๆ แนวทาง

ค) ขั้นตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนเขียนสมมติฐานจากเหตุผลที่เป็นไปได้โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." เพื่อเป็นการฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนสมมติฐานที่สามารถทำการตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง

ตอนที่ 3 เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feed back) เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ศึกษาและตรวจสอบสมมติฐานที่ตนได้สร้างขึ้นมา พร้อมทั้งเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาให้นักเรียนตรวจสอบต่อไปในขั้นทดลอง ตามวิธีการในบทเรียน

8. การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู คือ การจัดกิจกรรมฝึกฝนนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่มีในบทเรียน อภิปรายถึงสาเหตุของปัญหาและการตั้งสมมติฐานตามคู่มือครู

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา โดยวัดได้จากความสามารถในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

10. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการในตัวเองที่คิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

10.1 ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำกับบุคคลอื่น

10.2 ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

10.3 ความคล่องในการคิด (fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

11. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบสอบถามวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พุกษชลธาร

การสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่แตกต่างกัน ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
รูปแบบหรือแผนภูมิ และการอธิบายปรากฏการณ์ตามภูมิองค์กร

ฝึกทักษะ ๑ โดยให้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	ฝึกทักษะ ๒ โดยให้รูปภาพหรือแผนภูมิ	ฝึกทักษะ ๓ โดยให้การอธิบายตามภูมิองค์กร
<u>ขั้นตอนเตรียมก่อนการทดลอง</u> 1) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม 2) นักเรียนสังเกตชุดอุปกรณ์และศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ (โดยสังเกตการตอบเป็นชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์) 3) นักเรียนศึกษาคำตอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ แนวทางจากข้อมูลที่ได้อากการสังเกตและปัญหาที่กำหนดให้ 4) นักเรียนนำคำตอบหรือเหตุผลตามข้อ(3)มาเขียนเป็นสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." 5) ครูแจกเอกสารที่เป็นข้อสงสัยของนักเรียนตั้งสมมติฐาน พร้อมตั้งเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหา เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบเข้าไปในขั้นตอนการตามวิธีการในบทเรียน <u>ขั้นตอนทดลอง</u> นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน <u>ขั้นสรุปหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลองตรวจสอบสมมติฐาน สรุปเป็นความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปใช้	<u>ขั้นตอนเตรียมก่อนการทดลอง</u> 1) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม 2) นักเรียนสังเกตรูปภาพหรือแผนภูมิและศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ (โดยสังเกตการตอบเป็นรูปภาพหรือแผนภูมิ) 3) นักเรียนศึกษาคำตอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ แนวทางจากข้อมูลที่ได้อากการสังเกตและปัญหาที่กำหนดให้ 4) นักเรียนนำคำตอบหรือเหตุผลตามข้อ(3)มาเขียนเป็นสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." 5) ครูแจกเอกสารที่เป็นข้อสงสัยของนักเรียนตั้งสมมติฐาน พร้อมตั้งเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหา เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบเข้าไปในขั้นตอนการตามวิธีการในบทเรียน <u>ขั้นตอนทดลอง</u> นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน <u>ขั้นสรุปหลังการทดลอง</u> ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลองตรวจสอบสมมติฐาน สรุปเป็นความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปใช้	<u>ขั้นตอนเตรียมก่อนการทดลอง</u> 1) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม 2) ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายปัญหาที่มีในบทเรียน 3) ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา 4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า แบ่งเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการสร้างแบบฝึก
4. เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพและแผนภูมิ
5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีมุ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการศึกษาลายท่านให้ความหมายไว้ เช่น

ซันด์ (Sund. 1973 : 62-65) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหาความรู้หรือความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัติก นิยมคำ (สุวัติก นิยมคำ 2517 : 125) ได้ให้ความหมายของ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะค้นพบความรู้เอง ซึ่งได้คำตอบเหมือนกับที่ครูบรรยายหรือเหมือนกับที่เขียนไว้ในหนังสือตำรา

เสรีศรี เสาวตมร และสาลิ้ง จามศิริ (เสรีศรี เสาวตมร และสาลิ้ง จามศิริ 2521 : 73) กล่าวว่า หลักการของการสืบเสาะหาความรู้ นั้นเน้นให้นักเรียนคิดค้นคว้าด้วยตนเอง แต่วิธีการนั้นมีหลายอย่าง นักเรียนจะถามคำถามหรือครูจะถามคำถาม นักเรียนจะทดลองหรือครูจะทดลองก็ได้ ข้อสำคัญครูจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนขบขันใจสงสัยเสียก่อน

ผดุงยศ ดวงมาลา (ผดุงยศ ดวงมาลา 2523 : 63) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้หรือหาความจริงด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนวางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

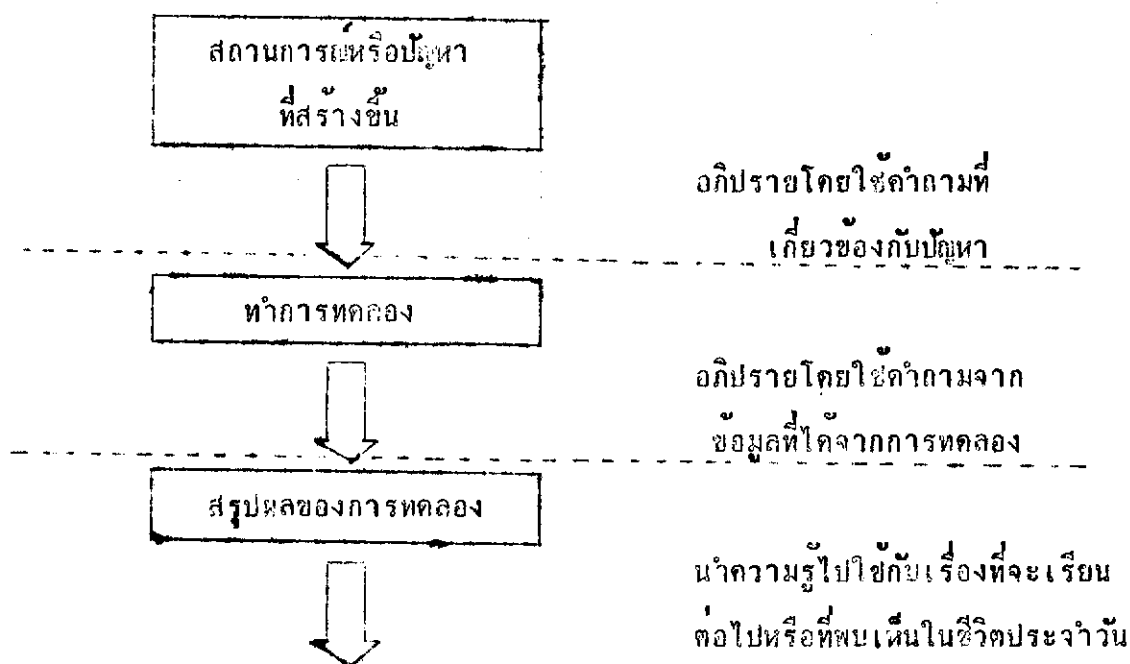
จากที่กล่าวมาจึงอาจสรุปได้ว่า จุดที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ความจริงได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนจัดเตรียมกิจกรรมสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการสืบเสาะหาความรู้ความจริงนั้น

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง ซึ่งอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ (ทรวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116-119)

- การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
- การทดลอง
- การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะนำทางในจังหวะที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และงมงาย ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่า เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหา

ความรู้ นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส แม้ว่าการทดลองจะเป็นหัวใจของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม แต่ในบางกรณีก็ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ ด้วยเหตุผลบางประการ เช่น ความปลอดภัย ความพร้อมในด้านอุปกรณ์ที่ยากสลับซับซ้อนและราคาแพง ข้อจำกัดในเรื่องเวลาและอื่น ๆ ในกรณีเช่นนี้ เราอาจจะใช้ข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปผลดังกล่าว อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจจะออกแบบหรือเสนอแนะให้นักเรียนทำการทดลองโดยใช้แบบจำลองจากของจริง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปสู่การอภิปรายสรุปผลการทดลองในที่สุดได้ เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ขอให้พิจารณาแผนภูมิข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นว่ากิจกรรมอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง และอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูล

ที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อ ๆ ไปหรือใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ต้นนี้ สิ่งสำคัญและจะขาดเสียไม่ได้คือ จะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจและกระตือรือร้นในบทเรียน

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116-119) ได้แบ่งขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหานั้น เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา การนำเข้าสู่บทเรียนนี้ทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่ว่า ผู้สอนจะเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาได้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีอยู่แล้วในแบบเรียนหรือคู่มือครูใดมากที่สุดเพียงใด อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะว่า สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรจะอยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา ข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้ จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ อันเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับอนาคต ต้องใช้จินตนาการ เป็นความคิดในเชิงสมมติฐาน

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและ

ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในขั้นตอนนี้ เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย ก่อนการทดลอง โดยทั่วไปแล้วจะอภิปรายครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้คือ การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ แนะนำอุปกรณ์ เทคนิค และขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. คำเนนการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องลงมือ คำเนนการทดลอง และบันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบ่ง นักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามความเหมาะสม ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและ ช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่มเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับเนื้อหาที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ เช่น เรื่องความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ สถิติจำนวน การเกิดและตายของประชากรไทยหรือปริมาณพลังงานชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย เป็นต้น ในกรณีเหล่านี้ เราอาจใช้ตารางบันทึกข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาก่อนมา ใช้อภิปรายเพื่อนำสรุปผลต่อไป โดยนักเรียนไม่ต้องคำเนนการทดลองโดยตรง

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อ ๆ ไป

เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้วจะเห็นได้ว่า

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การให้นักเรียนได้ฝึกฝนถึงวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

ดังนั้น ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ และเพื่อที่จะศึกษาถึงการตั้งสมมติฐานอันเป็นขั้นตอนหนึ่งในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า ถ้าได้ มีการส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นแล้ว ก็น่าจะมีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย จึงได้จัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการตั้ง สมมติฐานในรูปแบบต่าง ๆ ในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ส่วนขั้นตอนการทดลองและ

การสรุปหลังการทดลองยังคงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครูไว้ตามเดิม

2. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาปัจจุบันเห็นว่ามีควมจำเป็นที่จะต้องฝึกให้นักเรียนจนสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่วและเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ต้องการศึกษาหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องหมายรวมถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ยืนยันในทำนองเดียวกันว่า โดยอาศัยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนค้นหาความรู้ใหม่ ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางแม้กับวิชาการแขนงอื่น ๆ ด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) จัดแบ่งไว้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ เป็นทักษะเบื้องต้น (Basic process skill) และทักษะเชิงซ้อน (Integrated process skill) (American Association for the Advancement of Science 1970 : 33-176) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะเบื้องต้น

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลข โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3 การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเป็นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว และความสูง

1.5 การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความดีเรื่องลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

2. ทักษะเชิงซ้อน

2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อาจไม่ทราบหรือยังไม่เห็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

2.4 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ การเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมที่สำคัญของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ตลอดจนสามารถนำไปใช้จัดการกับข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนไปแล้ว

ในบรรดาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญต่อการส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ด้วยผู้ที่มีทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นอย่างดี นอกจากจะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ความจริงใหม่ ๆ ตามที่ได้เคยกล่าวมาแล้ว ยังจะช่วยให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์อีกด้วย

3. เอกสารเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการสร้างแบบฝึก

ความหมายของสมมติฐาน

ได้มีผู้ให้ความหมายของสมมติฐานไว้หลายท่าน ดังนี้

โจฮันน์ (John and Millworth. 1965 : 31 Citing Johann. 1830)

ได้กล่าวว่า สมมติฐานเป็นเสมือนนั่งร้านซึ่งตั้งขึ้นก่อนการก่อสร้างตึก และเคลื่อนย้ายออกเมื่อก่อสร้างตึกสมบูรณ์แล้ว สมมติฐานเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำงาน

แต่ก็ต้องไม่เข้าใจผิดว่า การสร้างนักร้านนั้นเพราะว่าการสร้างตึก

นอร์แมน (John and Ellsworth. 1965 : 61 Citing Norman. 1922) ได้กล่าวว่า สมมติฐานเป็นข้อความหรือทฤษฎีที่ตั้งขึ้นมาและยังไม่มีหลักฐานว่าถูกหรือผิด จนกว่าจะมีการตรวจสอบอย่างสมบูรณ์แล้ว เช่นนี้ก็เท่ากับว่ามันยังเป็นสิ่งสงสัยอยู่ ซึ่งความสงสัยนี้ค่อนข้างเป็นไปทั้งลบมากกว่าทางบวก เนื่องด้วยความสงสัยนั้นเกิดจากความไม่กล้าที่จะตัดสินใจว่าเป็นอะไรแน่มากกว่าการยอมรับว่าไม่เชื่อ

สมาคม American Association for the Advancement of Science (A.A.S. 1970 : 33-176) ได้ให้ความหมายสมมติฐานว่า เป็นการคาดการณ่ว่า ตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

สวัตซ์ นิยมคำ (สวัตซ์ นิยมคำ 2517 : 251) ได้กล่าวเกี่ยวกับสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานเป็นข้อความจริงชั่วคราวที่เราสมมติขึ้นโดยที่ยังมิได้มีการทดสอบรับรอง และเรามีความเห็นว่าคุณข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างความจริงเกี่ยวกับหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

สมชัย โกมล และคณะ (สมชัย โกมลและคณะ 2525 : 257) ได้ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐานไว้ว่า หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เป็นข้อสันนิษฐานที่คาดคะเนว่าปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือเป็นการคาดคะเนว่า ผลการวิจัยจะออกมาในรูปใด หรืออาจจะกล่าวได้ว่า การตั้งสมมติฐานก็คือการเดา การทายเหตุของปัญหาและผลที่จะได้รับการวิจัย

สมมติฐานนี้เป็นข้อความที่คาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งสามารถวัดได้ไม่ต่ำกว่าสองตัว ดังนั้น สมมติฐานจึงไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมดหรือเป็นจริงแต่เพียงบางส่วนหรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งถ้าหากสมมติฐานที่ตั้งเกิดผิดพลาดก็แก้ไขหรือตั้งขึ้นใหม่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 11) ได้ให้ความหมายสมมติฐานไว้ว่า หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

จากความหมายเกี่ยวกับสมมติฐานดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า สมมติฐานก็คือข้อความที่คาดการณ์ไว้ว่าน่าจะเป็นความจริง แต่ก็ยังมิได้มีการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงหรือไม่ ดังนั้น สมมติฐานจึงอาจผิดทั้งหมดก็ได้ ถูกทั้งหมดก็ได้ ถูกบ้างผิดบ้าง ในบางส่วนก็ได้ สมมติฐานจะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของข้อมูลกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ และถ้ากล่าวที่เป็นสมมติฐานนั้นจะเสนอแนะแบบแผนที่สามารถจะเป็นไปได้ในเหตุการณ์หนึ่ง ๆ มากกว่าจะเจาะจงลงไปว่าจะต้องเป็นแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ และถึงแม้ว่าสมมติฐานจะเป็นเพียงการอธิบายหรือการคาดการณ์ล่วงหน้า แต่ในการตั้งสมมติฐานนั้นคนทั่วไปจะยอมรับแต่คำอธิบายที่มีทางว่าจะเป็นไปได้จริงเท่านั้น

ทำไมจึงต้องมีสมมติฐาน

จอห์นและเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth. 1965 : 84)

ได้กล่าวไว้ว่า ในทางวิทยาศาสตร์นั้น สมมติฐานเป็นสิ่งที่สามารถจะเสนอแนะสิ่งใหม่ ๆ ให้แก่การทดลองหรือการสังเกต และยังเป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินความสำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์

การตั้งสมมติฐานเป็นเสมือนเครื่องนำทางที่จะช่วยให้ผู้ศึกษาถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ไม่ต้องเสียเวลามากหรือออกนอกกลุ่มนอกทางไป โดยที่สมมติฐานจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตของการศึกษาวิจัย ทดลองกันทั่ว และเน้นเนื้อหาสำคัญของการวิจัยนั้น ๆ ให้เด่นชัด ทำให้ผู้วิจัยทราบแนวทางที่ตนกำลังวิจัยศึกษา

นอกจากนี้ การตั้งสมมติฐานยังเป็นการเดาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในเชิงของเหตุและผล ซึ่งจะช่วยให้สามารถคาดคะเนข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้น สมมติฐานก็คือ การกล่าวล่วงหน้าว่า ในท้ายที่สุดนั้นผลลัพธ์ของการทดลองจะออกมาเป็นเช่นไร

การใช้สมมติฐานจะเป็นผลร้ายต่อการทดลอง ถ้าผู้ใช้สมมติฐานมีอคติ ความชอบส่วนตัวหรือยึดติดอยู่กับสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพราะจะเป็นเหตุให้ผู้ใช้สมมติฐานยึดถือเอาความติดของตัวเป็นใหญ่มากกว่าความเป็นจริง ฉะนั้น การใช้สมมติฐานจึงจะต้องมีเกณฑ์มาตรฐานในการวัด ซึ่งจะทำให้เกิดผลดีในการใช้มากกว่า

หลักการตั้งสมมติฐาน

เกี่ยวกับหลักการตั้งสมมติฐานนั้น จอห์นและเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth. 1965 : 85) กล่าวว่า สมมติฐานที่ดี เป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่สมมติฐานที่ดีจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง ๆ ขึ้นตอนของการทดลองจะไม่ใช้สมมติฐานที่ดี เพราะการกระทำเช่นนั้นจะเป็นการเพิ่มความยุ่งยากซับซ้อนให้แก่การทดลอง สมมติฐานลักษณะดังกล่าว มีแต่จะทำให้นักทดลองไม่สามารถจะไปถึงจุดหมายสุดท้ายของการทดลองได้ มีแต่จะต้องย้อนกลับไปจุดเริ่มต้นเพื่อคิดสมมติฐานของการทดลองใหม่อีก

ข้อควรระวังในการตั้งสมมติฐาน คือ ในการตั้งสมมติฐานนั้น ผู้ตั้งควรคิดไตร่ตรองเลือกถ้อยคำที่ใช้ให้ดีเสียก่อน มิฉะนั้นจะทำให้เกิดความกำกวมขึ้นได้ สมมติฐานที่ดีนั้นจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานแห่งความเป็นจริง ซึ่งจะไม่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจผิดได้

สมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์โดยผลการทดลองว่า ไม่เป็นความจริงนั้น จะเป็นสมมติฐานที่มีประโยชน์และทำให้การทดลองก้าวหน้าไปได้มากกว่าสมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริง เพราะจะทำให้ให้นักทดลองได้ทราบว่า คนใดละเลย สะเพร่าหรือมองข้ามจุดใดจุดหนึ่งของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการทดลองนั้น ๆ

ดังนั้น ไม่ว่าผลการพิสูจน์สมมติฐานจะเป็นจริงหรือไม่ก็ตาม สิ่งเหล่านั้นก็จะเป็นตัวเสริมให้สมมติฐานที่จะได้รับการยอมรับในภายหลันั้นมีค่าน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพราะสมมติฐานจะเป็นสิ่งที่ทำให้การทดลองบรรลุถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ตั้งไว้สำหรับการทดลองแต่ละครั้ง

ฉะนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า สมมติฐานที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. มีความเที่ยงตรงเพียงพอที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา และได้มีการศึกษากันกว้างขวางความรู้เพื่อรองรับปัญหานั้นอย่างเพียงพอ

2. สมมติฐานที่ตั้งมานั้น ต้องสามารถตรวจสอบหรือพิสูจน์ได้ในช่วงเวลาขณะนั้น

3. ช่วยให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ของการศึกษาค้นคว้า

จะออกมาเป็นอย่างไร

4. มีความเป็นเหตุเป็นผล ไม่คลุมเครือและถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขใด ๆ
5. สมมติฐานจะต้องมีความสอดคล้องกับปัญหาเป็นอย่างดี

การตั้งสมมติฐาน

จุดเริ่มต้นของการตั้งสมมติฐานนั้น จอห์นและเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth, 1965 : 25) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่ว่าจะมีปัญหาทางการทดลองใด ๆ เกิดขึ้นก็ตาม เริ่มแรกนักทดลองจะต้องถกเถียงกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และจะตั้งสมมติฐานขึ้นกว้าง ๆ หลาย ๆ แบบตามแต่เขาเหล่านั้นจะเห็นควร

อันที่จริงแล้ว ในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ จะมีความจริงหรือผลลัพธ์ที่จะออกมาอยู่เพียงอย่างเดียว แต่ก่อนที่จะไปถึงความจริงนั้นก็จำเป็นที่นักทดลองจะต้องตั้งสมมติฐานไว้มากมาย ๆ แบบ โดยอ้างอิงความกิดมาจากแหล่งต่าง ๆ มากมาย และให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานของตนไปหลาย ๆ แบบ

ประเภทของสมมติฐานที่จะเกิดขึ้นในใจของนักทดลองนั้น ไม่เพียงจะเกิดขึ้นจากความคิดเห็นเกี่ยวกับความจริงหรือผลลัพธ์ที่ต้องการจะค้นหา แต่ยังขึ้นอยู่กับการมีประสบการณ์เพียงพอ ความสนใจ และจุดหมายในการทำการทดลองครั้งนั้น ๆ

ในบางกรณีจินตนาการซึ่งจะต้องเกิดจากประสบการณ์ในอดีตก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตั้งสมมติฐาน ซึ่งนักทดลองจะต้องอาศัยความพยายามอย่างมากที่จะสร้างจินตนาการ และเป็นหน้าที่ของนักทดลองที่จะต้องเดาว่า อะไรคือคำตอบต่อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่เขามีอยู่ เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและคำถามเหล่านั้น ซึ่งในที่สุดจะเป็นตัวแนะที่จะนำนักทดลองไปสู่คำตอบในการทดลอง

จึงอาจสรุปได้ว่า เพื่อที่จะตั้งสมมติฐานที่ดีนั้น นักทดลองจำเป็นจะต้องมีความซัดแย้งในใจเกี่ยวกับผลการทดลอง ซึ่งจะต้องอาศัยการสังเกตและการใช้จินตนาการควบคู่ไปด้วย ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของเด็กเกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งปัญหาและจินตนาการโครงสร้างองค์ประกอบของปัญหา ถือว่าความสามารถในการตั้งสมมติฐานเป็นความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก การตั้งสมมติฐานส่วน

มากจะเป็นไปในลักษณะของการอุปมาน ในการตั้งสมมติฐานต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในอดีต สมมติฐานใดที่ไม่น่าจะเป็นคำตอบหรือคำอธิบายปัญหาจะถูกคัดออกไป สมมติฐานที่เหลือจากการกลั่นกรองจะถูกนำไปทดสอบ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มักจะใช้อุปมานในการหาเหตุผล และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ต้องการศึกษานั้นไว้ในรูปของประโยคเงื่อนไข "ถ้า...แล้ว..." (if... then...)

การสร้างแบบฝึกหัดสำหรับการตั้งสมมติฐาน

โอเค (Okay. 1971 : 1) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานไว้ว่า ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานนั้นต้องตรวจสอบก่อนว่า มีอะไรบางอย่างที่เป็นตัวแปรของการทดลองนั้นและมีอะไรบางอย่างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปร ในการตั้งสมมติฐานแต่ละข้อนั้น ต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวแปรเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ การตั้งสมมติฐานนั้นก็คือการคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะไต่แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น ประสบการณ์ ฯลฯ

ควิน (Quinn. 1975 : 290) ได้ตั้งเกณฑ์เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานที่ดีจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ คือ

1. เขียนด้วยข้อความที่ชัดเจน
2. เขียนครอบคลุมตัวแปรทั้งหมด
3. เสนอแนวทางในการทดสอบ
4. มีรากฐานมาจากการสังเกตเบื้องต้น
5. เขียนด้วยข้อความที่สมเหตุสมผล

สมาคม American Association for the Advancement of Science (A.A.S. 1970 : 159) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า มีความสามารถในการตั้งสมมติฐานไว้ดังต่อไปนี้ คือ

1. สร้างสมมติฐานซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดหรือการสรุปอ้างอิงได้
2. สร้างและแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่จะตรวจสอบสมมติฐานได้

3. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้
4. สามารถปรับปรุงสมมติฐานได้หลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐาน
บท (เกียร์คีย์ ปิยวงศ์สมบูรณ์ 2524 : 11 อ้างอิงมาจาก Butts.

1974) ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

ฮาร์เรส (Harroo. ฉบ. : 93-94) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและควรสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการกำหนดสนองตอบ ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่า ต้องการให้ทำอะไร

3. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

4. นักเรียนได้มีโอกาสสนองสิ่งที่เร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. ให้นักเรียนได้รับการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร

กัทธิร สุธิแพทย์ (กัทธิร สุธิแพทย์ 2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ คือ

ใช้หลักจิตวิทยา ส่วนภาษาง่าย ให้ความหมาย คิดได้เร็วและสนุก ปกคลุมความสนใจ เหมาะสมกับวัยอาจศึกษาได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับนิคยา กุทธิโยธี (นิคยา กุทธิโยธี 2520 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับวัยหรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย สั้น ๆ
4. ใช้เวลาเหมาะสม ไม่ใช้เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ดและเบอร์ไนซ์ (Edward and Bernice. 1984 : 53)

ได้เสนอการฝึกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และแฟรงเกิล (Frankel) ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการสังเกต
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม
3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า...แล้ว..." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้โดยการนับ การสังเกต หรือการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกและแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน จะเห็นว่าแบบฝึกทั่ว ๆ ไปนั้น จะประกอบด้วยสามส่วนที่สำคัญคือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นการฝึกทักษะและส่วนที่เป็นการประเมินผล สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่า รูปแบบการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานของแฟรงเกิลนั้นตรงกับเป้าหมายในการศึกษา และถ้าได้นำมาปรับในส่วนที่ให้นักเรียนเสนอปัญหาเองมาเป็นครูกำหนดปัญหาให้และเพิ่มเติมส่วนที่เป็นการประเมินผลในลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้ว ก็必将มีความสอดคล้องกับแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถควบคุมเวลาได้ดียิ่งด้วย

แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ มีรูปแบบดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพหรือแผนภูมิ
2. กำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหา
4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมติฐาน โดยให้เขียนอยู่ในรูปของข้อความ "ถ้า...แล้ว..." และสมมติฐานที่ตั้งมานั้นต้องสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง
5. ให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับนักเรียนได้ทราบและตรวจสอบสมมติฐานที่ตนสร้างขึ้น เป็นการประเมินผลด้วยตนเอง

4. เอกสารเกี่ยวกับสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพและแผนภูมิ

การสอนวิทยาศาสตร์ให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้นั้น นอกจากครูจะได้เตรียมการสอนเป็นอย่างดี มีการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เลือกวิธีสอน ดำเนินการสอนด้วยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สนใจและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วก็ตาม สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าหากครูยังไม่ได้นำเอาอุปกรณ์การสอนเข้ามาใช้

ในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นั้นสิ่งสำคัญที่จะเป็นสื่อในการเรียนรู้นั้นได้แก่วัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องได้รับการพิจารณาและจัดหาด้วยว่า ในเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนนั้น ๆ จะใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง อยู่ที่ไหน จะนำมาใช้เมื่อไร การเรียนรู้จึงจะได้ผลมากที่สุด ซึ่งโดยธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม จึงจะช่วยให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจและง่ายต่อความเข้าใจ

สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ เจตคติ และความซาบซึ้งเห็นคุณค่า อันสอดคล้องกับจุดประสงค์ในหลักสูตร (ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ 2520 : 94)

ประเภทของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ประหยัต จันทรขันธ์ และประสพสันต์ อักษรมณี (ประหยัต จันทรขันธ์ และประสพสันต์ อักษรมณี 2518 : 62-72) ได้จัดแบ่งประเภทและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. อุปกรณ์ประเภทของจริง คือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือธรรมชาติ เช่น สัตว์ แมลง ดิน หิน แร่ ฯลฯ
2. อุปกรณ์ที่จัดซื้อมาใช้ ได้แก่ อุปกรณ์สำเร็จรูปต่าง ๆ ซึ่งครูไม่สามารถจะทำขึ้นมาเองได้ อุปกรณ์ประเภทนี้มักจะมีราคาแพง เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องฉายภาพยนตร์ ตาซิ่ง เข็มทิศ เทอร์โมมิเตอร์ หม้อน้ำ ฯลฯ
3. อุปกรณ์ประเภทที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง อุปกรณ์ประเภทนี้ครูจัดทำหรือทำจากวัสดุในท้องถิ่น เพื่อทดแทนอุปกรณ์ราคาแพง เป็นอุปกรณ์ที่ส่งเสริมให้ครูและนักเรียนช่วยกันประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง

เพื่อให้ใช้อุปกรณ์ได้ผลดี ครูจำเป็นต้องมีหลักในการใช้อุปกรณ์มาประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยจะเหมาะสม หลักการใช้อุปกรณ์ทั่ว ๆ ไป แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. ขั้นเลือก พิจารณาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ว่า อุปกรณ์ใดเหมาะสมกับความมุ่งหมายของบทเรียนที่จะนำมาประกอบมากที่สุด
2. ขั้นเตรียม เมื่อครูหาอุปกรณ์ได้แล้ว ครูก็ต้องมีการเตรียมเพื่อจะนำไปใช้เช่น เตรียมคำอธิบายประกอบหรือเตรียมการทดลองอุปกรณ์นั้น ๆ ว่าได้ผลหรือไม่ อย่างใดก็ตามการใช้อุปกรณ์เป็นเรื่องง่าย ๆ จนไม่มีการซ้อมการทดลองใช้

ต้องมีการพิจารณาการใช้อุปกรณ์ในเมื่อมีหลายชิ้น จะใช้สิ่งใดหรือทำอะไรก่อน อะไร
หลัง รวมทั้งการกะเวลาการใช้อุปกรณ์นั้นให้เหมาะสมกับเวลาและเนื้อเรื่อง
การเตรียมการเช่นนี้จะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการใช้อุปกรณ์

3. ชี้นำอุปกรณ์มาใช้ประกอบการสอน เป็นชั้นแสดงอุปกรณ์ให้นักเรียนดู
ครูควรดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 แนะนำให้นักเรียนรู้จักกับสิ่งที่ครูจะแสดงว่ามีอะไร จะให้นักเรียน
สังเกตอะไร

3.2 ลงมือแสดงพร้อมทั้งอธิบายประกอบและควรแสดงให้เห็นกระบวนการ
เป็นชั้น ๆ

3.3 หากอุปกรณ์นั้นเป็นวัสดุสิ้นเปลือง ควรใช้ให้เหมาะสมไม่มากหรือน้อย
เกินไป

3.4 อุปกรณ์ใดที่ไม่เป็นอันตราย ควรให้เด็กมีส่วนร่วมทดลองด้วย

3.5 เมื่อจบการแสดงตอนหนึ่ง ๆ ควรจะมีการซักถามและสรุปการแสดง

4. ขั้นตอนตามผลและวัตถุประสงค์การใช้อุปกรณ์ เมื่อใช้อุปกรณ์นั้น ๆ จบลงแล้ว
ควรมีการพิจารณาผลการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อจะได้ทราบว่าเด็กได้รับความคิด
ความเข้าใจและอุปกรณ์นั้น ๆ เกิดผลแก่เด็กมากน้อยเพียงใด

ประโยชน์ของสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบุญย์ (สมจิต สวชนไพบุญย์ มปป. : 140-141)

ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแก่นของความคิด
ได้อย่างรวดเร็ว

2. ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้เกิด
ความคงทนในการเรียนรู้

3. เป็นสื่อเชื่อมโยงระหว่างนามธรรมไปสู่รูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจ
ในสถานการณ์วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

4. ช่วยสร้างความพร้อมในการเรียน กระตุ้นให้เกิดความสนใจ
5. เสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์
6. ช่วยเพิ่มพูนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
7. ช่วยทุนเวลาในการจัดการเรียนการสอน
8. ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของความรู้ที่เรียนในชั้น
9. เป็นสื่อกระตุ้นความคิดใหม่ ๆ และความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน
10. ปลุกฝังความรับผิดชอบ วินัยแห่งตนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สื่อการสอนประเภทรูปภาพและแผนภูมิ

วาสนา ชาวหา (วาสนา ชาวหา 2522 : 66-68) ได้ให้ความหมายและหลักการใช้รูปภาพไว้ว่า รูปภาพ อาจหมายถึง ภาพเขียน ภาพถ่าย หรือภาพพิมพ์ในหนังสือต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นทัศนวัสดุที่มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วดีกว่าการบรรยายหรืออธิบายเพียงอย่างเดียว ทั้งยังเป็นสื่อการสอนที่หาง่ายและราคาถูก ครูอาจจะหารูปภาพได้จากนิตยสารหรือวารสาร หนังสือพิมพ์ ปฏิทิน ภาพโฆษณา บัตรอวยพร เป็นต้น

หลักการใช้รูปภาพในการสอน

1. ให้ใช้ตรงจุดประสงค์ของเรื่องที่จะสอน มิฉะนั้นจะเป็นการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์
2. ใช้รูปภาพครั้งละน้อย ๆ ภาพ จะได้นึกคิดเข้าใจครั้งละหลาย ๆ ภาพ
3. ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ เพราะลำพังรูปภาพเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่สามารถถ่ายทอดความหมายให้ผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์
4. ควรเลือกวิธีแสดงรูปภาพที่เหมาะสมที่สุด เช่น อาจจะใช้วิธีชูให้ดู ใช้เครื่องฉายขึ้นแสงหรือทำเป็นสมุดคำดับภาพ เป็นต้น
5. แนะนำวิธีอ่านหรือดูภาพแก่ผู้เรียน เช่น ความสำคัญของภาพ ความแตกต่างหรือเหมือนกันของสิ่งต่าง ๆ ภายในภาพ ความเกี่ยวข้องของภาพ เป็นต้น

ประโยชน์ของรูปภาพที่มีต่อการเรียนการสอน

บุญถิ่น อัตถากร (บุญถิ่น อัตถากร 2506 : 62-65) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการนำรูปภาพมาใช้ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. รูปภาพจำลองเอาความเป็นจริงมาให้เราศึกษารายละเอียดได้ และนักเรียนจะสามารถใช้เวลาศึกษายาวนานเท่าไรก็ได้
2. รูปภาพนำเอาสิ่งที่ผู้เรียนไม่เคยพบหรือที่อยู่ห่างไกลเข้ามาสู่ห้องเรียนได้
3. รูปภาพช่วยให้ความเข้าใจในสิ่งที่อ่านสมบูรณ์ขึ้น
4. รูปภาพเป็นแหล่งสำหรับค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างดี
5. รูปภาพช่วยในการทำรายงาน
6. รูปภาพช่วยเป็นจุดรวมความสนใจของผู้เรียน
7. รูปภาพช่วยแก้ไขรอยประทับใจที่ผิดมาแต่เดิมให้ถูกต้อง
8. รูปภาพช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
9. รูปภาพช่วยในการสรุปบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้
10. รูปภาพสามารถเร้าอารมณ์หรือเปลี่ยนทัศนคติของผู้เรียนได้

วาสนา ช่าวหา (วาสนา ช่าวหา 2522 : 100-103) ได้ให้ความหมายและกล่าวถึงลักษณะของแผนภูมิที่ดีไว้ว่า แผนภูมิ คือ ทัศนวัสดุที่แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องราวต่าง ๆ ในรูปสัญลักษณ์หรือภาพเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในเรื่องรานั้น ๆ ยิ่งขึ้นและเป็นที่น่าสนใจ แต่แผนภูมิไม่สามารถอธิบายแทนครูได้

แผนภูมิ ถ้าแบ่งตามลักษณะการแสดงเรื่องราวแล้วอาจแบ่งได้เป็น ๘ ชนิด คือ

1. แผนภูมิแบบตาราง ใช้แสดงข้อมูลหรือเรื่องราวที่มีลักษณะเดียวกันในรูปของตาราง เช่น ตารางรถไฟเข้าออก ตารางเรียน เป็นต้น
2. แผนภูมิแบบอธิบายภาพ ใช้แสดงหรือชี้แจงส่วนต่าง ๆ ของภาพประกอบคำอธิบายส่วนต่าง ๆ เหล่านั้น เช่น แสดงลักษณะภายในของดอกไม้
3. แผนภูมิแบบเปรียบเทียบ ใช้เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างกันระหว่างรูปร่าง ขนาด ฯลฯ เช่น เปรียบเทียบการหมุนเวียนของลมบกและลมทะเล

4. แผนภูมิแบบองค์การ ใช้แสดงความสัมพันธ์ของสายงานในองค์การ
5. แผนภูมิแบบต้นไม้ แสดงเรื่องราวที่แยกจากสิ่งหนึ่งออกเป็นหลายสิ่ง
6. แผนภูมิแบบสายธาร แสดงให้เห็นว่าสิ่งหนึ่งเกิดจากหลายสิ่งมารวมกัน
7. แผนภูมิแบบต่อเนื่อง แสดงเรื่องราวที่มีการต่อเนื่องกันตามลำดับ
8. แผนภูมิแบบวิวัฒนาการ แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงสิ่งต่าง ๆ เป็นลำดับ แต่ไม่ย้อนกลับมาแบบต่อเนื่อง

ลักษณะแผนภูมิที่ดี

1. เป็นแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนหรือแน่นเกินไป แต่ดึงดูดความสนใจและแสดงแนวคิดเดียว
2. ถูกต้องตามเนื้อหาสาระที่ต้องการแสดงและมีขนาดพอเหมาะกับกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน
3. การใช้สีควรเป็นสีเรียบ ๆ และถ้าต้องการใช้สีแตกต่างกันไป ควรคำนึงถึงความจำเป็นหรือความหมาย ซึ่งอาจใช้สีเน้นให้เห็นความสำคัญหรือแสดงความแตกต่างให้เห็นเด่นชัด
4. ตัวอักษรที่ใช้ควรเป็นแบบที่อ่านง่าย ข้อความที่ใช้ควรสั้น กระชับรัด แต่ได้ใจความครบถ้วน
5. สัญลักษณ์หรือรูปภาพที่ใช้ควรเป็นภาพวาดง่าย ๆ ไม่แสดงรายละเอียดมากนัก

ประโยชน์ของแผนภูมิในการเรียนการสอน

บุญถิ่น อัตถากร (บุญถิ่น อัตถากร 2506 : 33-34) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนภูมิที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ใช้ประกอบการอธิบายของครู
2. ใช้สำหรับทบทวนหรือสรุปเรื่องที่เรียน
3. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้ต่อไป

4. ช่วยสร้างปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด

5. ช่วยให้ใช้สื่อทัศนวัสดุอย่างอื่นได้กว้างขวางขึ้น

สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพและแผนภูมิแล้ว ยังมีสื่อการสอนอื่น ๆ อีกหลายประเภทที่ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้สูงขึ้นได้ เช่น สไลด์ ภาพยนตร์ เทปโทรทัศน์ หุ่นจำลอง ฯลฯ แต่โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพและแผนภูมิสามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวาง สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับมัธยมต้น อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้และเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

นอกจากนี้ สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพและแผนภูมิยังเป็นสื่อที่หาได้ง่าย ราคาถูก หรืออาจผลิตขึ้นจากวัสดุที่มีในท้องถิ่นได้ ผู้วิจัยจึงใช้อุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้มาเป็นสื่อในการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) อันจะนำไปสู่กระบวนการสำรวจคิดค้นในสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ทำให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ขึ้น หรือเป็นความคิดที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งนักการศึกษา นักจิตวิทยาได้ให้คำจำกัดความไว้หลายลักษณะ ดังนี้

บารอน และเมย์ (อาร์ รังสินันท์ 2526 : 2 อ้างอิงมาจาก Barron and May, 1960) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยี รวมทั้งความสามารถในการประจักษ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่

วอลเลซ และโคแกน (Wallach and Kogan, 1963 : 13-20) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์

กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งหนึ่งได้ก็จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์กันได้อีก คิดได้มากเท่าไร ก็แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์มากเท่านั้น

ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้สนใจศึกษาวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่างมากมาย ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานและวิเคราะห์ข้อมูลสุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลิตผลใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการของการคิด 4 ขั้น คือ

1. กระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น

(Sensing problem)

2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating)

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing guesses)

4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating

the results)

กิลฟอร์ด (อาร์. รังสินันท์ 2526 : 29-34 อ้างอิงมาจาก Guilford 1968) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัยคือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีแก้ปัญหาก็สำเร็จด้วย ความคิดอเนกนัยจะประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า wild idea ต้องเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่ม อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดคิดเปลี่ยนแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน

เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมและอาจไม่เคยมีใครเคยนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ แต่ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังนั้นความคิดจินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือแก้ปัญหาคือ สิ่งเกี่ยวกับผลของการคิดเรื่องจำนวนและการแปลงรูป

4. ความคิดกะเื้อยคลอน หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิฟฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

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

เทย์เลอร์ (Sund and Leslic. 1974 : 108-109 citing Taylor. 1964) ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่จะถอยย้อนกลับโดยการนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกันเพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่และกระบวนการของการแก้ปัญหา คล้ายกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่งพินส์และบันด์ (สุปรีชา ลำเจียก 2522 : 16 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนการแก้ปัญหา รวมทั้งค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา

โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วย ทักษะในการสังเกต การตั้งปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้เพื่อกำหนดการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้งไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเน้นถึงผลผลิตที่มีคุณค่า ซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้งอีกด้วย

อนันต์ จันทรกี (อนันต์ จันทรกี 2525 : 3-10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

หัตถ์นิย บัญเติม (หัตถ์นิย บัญเติม 2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากนิยามและความหมายดังกล่าว จะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นถึงผลผลิต (Science Products) ของความคิดที่มีคุณค่าต่อสังคม

นอกจากนี้ทอแรนโซและไมเยอร์ (สมจิต สวธนไพบูลย์ 2527 : 10-11) อ้างอิงมาจาก Torrance and Myer. 1972) ได้ระบุว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเรียงกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-Finding) ขั้นนี้เป็นการค้นหาว่าข้อมูลใดบ้างที่จะเป็นสาเหตุของความรู้สึกลึกลับสับสน วุ่นวายในสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา (Problem-Finding) เมื่อได้ข้อมูลที่เป็นสาเหตุของความวุ่นวายข้อที่ 1 แล้วก็ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของปัญหาที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การค้นหาแนวความคิด (Idea-Finding) เมื่อได้ปัญหาที่ชัดเจน

แล้วก็ต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาในรูปของการใช้ความคิดหลายแง่หลายมุม แล้วประมวลแนวคิดที่เห็นว่าจะเหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 4 การค้นหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา (Solution-Finding)

จากแนวความคิดต่าง ๆ ที่ประมวลว่าจะเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหานั้น ก็ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวความคิดนั้น ๆ จนถึงขั้นที่ได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 5 การค้นหาความยอมรับ (Acceptance-Finding) ขั้นนี้จะเป็น

การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบจากขั้นที่ 4 ไปใช้แก้ปัญหานั้น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อการยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบและอาจจะก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาที่ท้าทายสืบเนื่องต่อ ๆ ไป

ด้วยเหตุนี้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมและ/หรือรูปธรรม โดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ดังได้กล่าวไปแล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือที่ทอแรนซ์เรียกว่า "กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์" ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยเนื้อแท้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์ก็นับว่าไม่ต่างไปจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพียงแต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ก็จะมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อมุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีผู้เสนอแนวทางไว้หลายท่าน เช่น
ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 56-58) ได้กล่าวถึงหลัก 5 ประการ
ในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ยอมรับคำถามของเด็ก ได้แก่ การตอบคำถามของเด็กอย่างพอเพียง
หลายครั้งที่เด็กมักจะถามคำถามที่หาคำตอบไม่ได้ แต่ผู้ใหญ่ควรยอมรับและให้ความสนใจ
สนใจพร้อมทั้งแสดงความชื่นชม ผู้ใหญ่ที่ตอบสนองโดยคำชี้แนะหรือหลบเลี่ยง จะทำลาย
ความสนุกสนานเพลิดเพลินที่จะค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาของเด็กที่ขงั้นนั้น
พ่อแม่และครูจะต้องไม่กลัวที่จะให้เด็กเจออย่างเสรีอย่างลองผิดลองถูกเกี่ยวกับคำตอบ
และการแก้ปัญหาและควรส่งเสริมให้เด็กได้วิเคราะห์และหาคำตอบที่แตกต่างออกไป
ไปบนพื้นฐานของประสบการณ์ส่วนตัวของเด็กคนนั้น ๆ

2. ยอมรับความคิดเชิงจินตนาการและพิศตรมคาของ เด็ก

3. แสดงให้เห็นว่าความคิดเหล่านั้นของเด็กมีคุณค่า

4. จัดหาโอกาสเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและให้ความเชื่อถือว่าว่างใจ
ในเรื่องนี้มีหลักการเรียนรู้ข้อหนึ่งกล่าวไว้ว่า "ทำให้ผู้เรียนรู้สืบทอดตัวและทำกิจกรรม
ด้วยตัวของเด็กเอง" และจะไม่บอกเด็กเลยว่า เด็กสามารถเรียนด้วยตัวเองได้
ลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็คือ ความสามารถในการเริ่มต้น
ด้วยตัวของตัวเอง ได้มีการวิจัยและค้นคว้าในเรื่องนี้และพบว่า เด็กเกือบทุกคนมี
คุณสมบัติข้อนี้ ปัญหาจึงอยู่ที่ว่าพ่อแม่และครูจะรักษาคุณสมบัตินี้ให้คงอยู่ต่อไปได้อย่างไร
เพราะว่ามักจะถูกกีดขวางด้วยการควบคุมอย่างละเอียดเกินไป สิ่งที่คุณจะทำได้
ในเรื่องนี้ก็คือ สอนเนื้อหาให้น้อยลงและจัดให้มีเวลามากขึ้นสำหรับการเรียนรู้ด้วย
ตนเอง เพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับวิชานั้น ๆ โดยทั่วไปพบว่า ระดับ
คะแนนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียน นักเรียนมีแนวโน้มที่จะเรียนอะไรก็ได้ที่จำเป็น
ต่อการได้ระดับคะแนนที่น่าพอใจ ถ้าครูยึดพื้นฐานการวัดและประเมินผลบนความจำ
และรายละเอียด เด็กนักเรียนก็จะจำเนื้อหาในบทเรียนและคำบรรยาย แต่ถ้าครู
ให้ระดับคะแนนตามความสามารถในการผสมผสานและประยุกต์หลักการ นักเรียนก็

จะพยายามที่จะทำดังนี้ด้วย

5. ให้มีเวลาที่จะปฏิบัติและเรียนรู้โดยปราศจากการวัดผล ครูไม่ต้องวัดผลทุกอย่าง เด็กนักเรียนต้องการช่วงเวลาซึ่งเขาจะสามารถเรียนโดยปราศจากการขู่เข็ญ โดยการประเมินผลการวัดผลจากภายนอก ซึ่งไค้แก่ การวัดผลการเรียนของนักเรียน โดยใช้คะแนนเป็นเครื่องตัดสินด้วยวิธีการใด ๆ ก็ตามเพื่อให้เด็กเรียนบรรลุจุดหมายของการเรียนอย่างรวดเร็ว จะทำให้เด็กนักเรียนเกิดความรู้สึกว่าถูกขู่เข็ญให้ตอบหรือแสดงออกไปตามแนวทางที่ครูต้องการ เด็กจะกลัวครูตำหนิหรือตีคะแนน จึงเกิดความรู้สึกที่จะป้องกันตนเอง โดยเด็กจะไม่แสดงออกถึงความคิดหรือประสบการณ์ในเรื่องนั้น ของตน ความรู้สึกนี้จะค่อย ๆ สะสมจนกระทั่งเมื่อเกิดปัญหาใด ๆ ขึ้นกับเขา เขาก็จะเกิดความรู้สึกห่อเหี่ยวที่จะขบคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหา เพราะคิดว่าถึงทำไปก็ไม่มีประโยชน์ นอกจากจะล่าช้ากว่าคนอื่นแล้วยังอาจถูกเพ่งเล็งอีกด้วย

วิสตัน (Wash-ton. 1967 : 220) ได้กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสได้กระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ได้ซักถามทั้งในระหว่างและหลังจากการบรรยาย การอภิปรายและการปฏิบัติการ
2. ได้อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียนและไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป
3. ได้เสนอความคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่าเรื่องนั้น ๆ จะเป็นที่ยอมรับแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ
4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกเป็นวิธีการวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง
5. ได้มีอิสระในการสร้างสร้งงานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้
6. ให้การยอมรับว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกันความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

เดอร์ ซีโค (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มใน

การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหา
ระดับสูง ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
ได้ เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของ
Geszecis ว่าความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหา
ไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนและจากสถานการณ์ดังกล่าว จึงจะนำไป
สู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหานักเรียน ถ้านักเรียนรู้สถานการณ์
ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain
Storming) การตั้งสมมติฐานการทดสอบสมมติฐานและการอ่าน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970 . 103-105) ได้เขียนไว้ว่า เด็กจะ
สร้างสรรค์ได้ดีที่สุดในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ได้รับการยอมรับนับถือและอยู่ในสภาวะ
ที่เป็นประชาธิปไตย การไม่ขัดขวางจะทำให้เด็กได้พัฒนาอย่างเสรี เด็กจะตอบสนอง
ต่อสิ่งเร้าอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคล
โดยผลของความพยายามของแต่ละบุคคลจะได้รับการส่งเสริมด้วยการให้รางวัล
นอกจากนี้ครูสามารถจัดทำโอกาส เพื่อให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทาง
วิทยาศาสตร์ ได้โดยวิธีการสอนต่อไปนี้

1. ให้มีการแสดงออกทางด้านความริเริ่ม จัดหาวิธีการต่าง ๆ กันในการ
แก้ปัญหาให้เด็กทำการทดลองหรือทำการที่มอบหมายด้วยตัวของเขาเอง ให้การยกย่อง
สำหรับการคิดริเริ่ม

2. จัดให้มีการอภิปรายแบบระดมพลังสมอง

3. ให้นักเรียนได้ฝึกตอบคำถามที่ต้องใช้ความคิดที่เหนือธรรมดา เช่น
นักเรียนคิดว่า อะไรจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าการหมุนของโลกเปลี่ยนแปลงไปทำให้
ดวงอาทิตย์ขึ้นเพียงสัปดาห์ละครั้ง

4. พยายามอ้างอิงถึงประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์และบุคคลซึ่งเกี่ยวข้อง

ด้วยการศึกษาดังการค้นพบเช่นนี้จะนำไปใช้ในการอธิบายวิธีการของการค้นพบได้

5. แสดงให้เห็นว่าการสร้างสรรค์นั้น เป็นวิธีการคิดที่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ได้ในทุกสาขาวิชา เช่น ศิลปะ ดนตรี การอ่าน ภูมิศาสตร์ และอื่น ๆ การถ่ายทอดนี้จะเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และจะย้อนกลับมาสู่วิทยาศาสตร์ได้

6. การเกิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณและความแตกต่างของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดทำประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็นไปได้ และก็ควรจะทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพทางความคิดสร้างสรรค์ได้นั้น สามารถทำได้โดยครูต้องยอมรับความคิดที่เหนือธรรมดา ความคิดในเชิงจินตนาการของนักเรียน ความคิดแบบนี้มักจะเกิดขึ้นบ่อย ๆ เมื่อบุคคลพยายามค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่ว่าปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเป็นปัญหาที่สลับซับซ้อนทางวิชาการแขนงต่าง ๆ จุดเริ่มต้นที่มักใช้ไปสู่การแก้ปัญหา ก็คือ การเคา การคาดคะเนหรือการตั้งสมมติฐานนั่นเอง

ดังนั้น การฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานจึงเป็นการส่งเสริมซึ่งความคิดสร้างสรรค์โดยตรง การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์นี้อาจทำได้หลายวิธีเช่นเดียวกับวิธีสอนทั่ว ๆ ไป เท่าที่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานกันมาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ก็ยังไม่ปรากฏว่าได้มีการศึกษาถึงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์อันเกิดจากวิธีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานที่แตกต่างกัน คงมีแต่การสอนเพื่อพัฒนาทักษะในการตั้งสมมติฐานเท่านั้น ผู้วิจัยเองเห็นว่า การตั้งสมมติฐานเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนอยู่แล้วในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จึงได้ริที่จะศึกษาถึงรูปแบบวิธีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบนี้มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเราให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมให้แพร่หลายในประเทศไทยปัจจุบันนี้ ได้แก่ แบบทดสอบที่ได้ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด และของทอแรนซ์ เพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย เช่น ในเรื่องคำสั่ง กำชี้แจง การดัดแปลงสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นต้น แต่หลักใหญ่ ๆ ยังคงเดิมคือเน้นการกำหนดสิ่งเร้าที่ช่วยให้เด็กเกิดและวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ เช่นกัน

ส่วนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่ก็ยังคงอาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ดและทอแรนซ์อยู่แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่มีอยู่ขณะนี้มีสองฉบับคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พุกกะชลธารและของสุมาลี กาญจนชาติรี ทั้งสองฉบับนี้มุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดเช่นเดียวกัน จะต่างกันตรงที่แบบทดสอบของทัศนีย์ วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเชิงความคิดเหตุและผล ส่วนของสุมาลี วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องของการนำมาใช้ประโยชน์

ดังนั้น ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกเอาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทัศนีย์ พุกกะชลธาร มาใช้วัดความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากลักษณะของการศึกษาในครั้งนี้เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน จึงต้องอาศัยความคิดในเชิงจินตนาการบนพื้นฐานของการใช้เหตุและผลเป็นสำคัญ สอดคล้องกับลักษณะของแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอย่างดี

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แอทกิน (Atkin. 1950 : 414-422) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานและการตรวจสอบสมมติฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 1 จำนวน 6 ห้อง ระดับ 3 จำนวน 5 ห้อง และระดับ 6 จำนวน 4 ห้อง ในการเก็บข้อมูลใช้วิธีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในขณะที่นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการบันทึกผล ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานตามประสบการณ์เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามระดับชั้นที่เรียนอยู่
2. ในการตั้งสมมติฐานนักเรียนอาศัยความรู้ของตัวเอง การทดลอง การสอนและการหาเป็นพื้นฐาน
3. นักเรียนจะเสนอปัญหาแตกต่างกันตามความสนใจในวิชาแกนในวิชาวิทยาศาสตร์
4. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานที่เขาได้ตั้งไว้แล้วได้
5. นักเรียนในระดับสูงมีแนวโน้มที่จะตั้งสมมติฐานโดยอาศัยความรู้ของตนเองมากกว่านักเรียนในระดับต่ำกว่า ส่วนนักเรียนในระดับต่ำมีแนวโน้มที่จะอาศัยการสังเกตเป็นหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมติฐานมากกว่าในเรียนในระดับสูง
6. ความถูกต้องของสมมติฐานที่นักเรียนตั้งมีความถี่อยู่ในระดับเดียวกัน
7. การเสนอแนะการตรวจสอบสมมติฐานนักเรียนในระดับสูงจะเสนอรูปแบบในการทดสอบที่มีหลักการมากกว่านักเรียนในระดับต่ำ
8. พฤติกรรมในการแก้ปัญหา นักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียนที่มีสภาพการณ์ที่ถูกควบคุมจะแก้ปัญหาโดยการเดาและไม่คำนึงถึงความถูกต้องมากกว่านักเรียนที่ไม่ถูกควบคุม

กิบบ์ (Gibb. 1967 : 3051) ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรชีววิทยาในเรื่องของการสอนการตั้งสมมติฐานโดยใช้ภาพยนตร์และแบบสำรวจการตั้งสมมติฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 800 คน ซึ่งศึกษาวิชาชีววิทยา ผลปรากฏว่า

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของนักเรียนโดยการใช้ภาพยนตร์ประกอบการสอนก็ขึ้นกว่าการสอนโดยการบรรยาย
2. ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมติฐานและระดับสติปัญญาของนักเรียน มีนัยสำคัญเชิงบวก
3. พื้นฐานและความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตั้งสมมติฐาน

ควินและจอร์ค (Quinn and George. 1975 : 295) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสอนการตั้งสมมติฐานสำหรับนักเรียนเกรด 6 โดยใช้ฟิล์มลูป (film loop) การทดลองนี้ทำกับนักเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า

1. การตั้งสมมติฐานสามารถสอนโดยการบรรยายได้
2. ฟิล์มลูปที่ใช้ในการทดลองสามารถสอนการตั้งสมมติฐานได้
3. นักเรียนในเมืองที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจต่ำมีทักษะในการตั้งสมมติฐานได้ดีเท่ากับนักเรียนในชนบทที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจดี เมื่อใช้การสอนวิธีเดียวกัน

อุทัย ชีวธนรักษ์ (อุทัย ชีวธนรักษ์ 2517 : 40-41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คนสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ส่วนอีก 33 คนเป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่าทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงไม่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
(สสวท. 2519 : 20-24) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2503 กับหลักสูตร พ.ศ. 2518
ที่สร้างโดยสถาบันและเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ
ISA พบว่า นักเรียนที่เรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ.
2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พ.ศ. 2503
และยังพบว่า นักเรียนหลักสูตร พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการจัดการทดลอง
การวิเคราะห์และการแก้ปัญหาได้ดี

เขาวิน อยะวงต์ (เขาวิน อยะวงต์ 2525 : 56) ได้ศึกษา
เปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนสำเร็จ
รูปชนิดสื่อผสมและครูผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึกลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่ม
ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30
คนใช้การฝึกด้วยสื่อผสม ส่วนอีก 30 คนเป็นกลุ่มควบคุมครูเป็นผู้ฝึก ผลการ
ศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบ
เรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของการ
ฝึกทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กอตักดิ์ ศรีน้อย (กอตักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 81-83) ได้ศึกษาการใช้
คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 105 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มที่ 1
สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดย
เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สูงขึ้นนั่นเอง

นอกจากนี้จากงานวิจัยยังแสดงให้เห็นว่า ผู้วิจัยหลายท่านได้ให้ความสำคัญ ต่อทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในบรรดาทักษะทั้งหลาย ดังได้เคยกล่าวมาแล้วในบทที่หนึ่งและจากงานวิจัยเหล่านั้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะ การตั้งสมมติฐานสามารถสอนได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการสอน ทักษะการตั้งสมมติฐานก็ยังอยู่ในวงแคบ ทำให้อยากต่อการหารูปแบบวิธีการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะนี้อย่างเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงรูปแบบวิธี การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานที่ไม่เพียงจะพัฒนานักเรียนเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน เท่านั้น แต่ยังจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย

6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นางนุช วรรณนหะ (นางนุช วรรณนหะ 2514 : 72) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการแก้ปัญหา และโดยอาศัยข้อเท็จจริง ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 169 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการและโดยอาศัยข้อเท็จจริงไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์

เรด (สุวิมล ชอนทำกิจ 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Reid. 1973) ได้ศึกษาผลการสอนสองแบบคือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรงกับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิก (penick. 1976 : 307-314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอนสองแบบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่หนึ่ง การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science - SSLS) และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม แก่นักเรียน (Teacher-Structured Learning in Science - TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal Creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางคำณรูปภาพ (Figural Creativity) พบว่ากลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บิลล์ (Billis. 1976 : 417-421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน และหญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน และเป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large-Thornthike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุมคือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสำเร็จของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ววรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (ววรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 67-68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ก่องศักดิ์ ศรีน้อย (ก่องศักดิ์ ศรีน้อย 2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์ (ศิริอร ไช้ภูพิรัตน์ 2527 : 50-52) ได้ศึกษารูปแบบ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ (ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ 2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้นกับความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้นกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรธนา หิมารัตน์ (พรธนา หิมารัตน์ 2527 : 47-51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่ เรียนตามชุดการเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียน ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงการและทำอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองและการ สอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ความสามารถในการพัฒนานั้นขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยส่วนรวมแล้ว บุคคลที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงก็จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีด้วย

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำค้นพบคำตอบด้วยตนเองและการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความสามารถของบุคคลที่มีความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น ทางหนึ่งที่สามารถทำได้ ก็คือ การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการตั้งสมมติฐาน กล่าวคือ บุคคลที่มีความสามารถในการตั้งสมมติฐานก็จะสามารถรับรู้และมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาได้อย่างฉับพลัน ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาและการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อันก่อประโยชน์ต่อตนเองและสังคม และสิ่งเหล่านี้ก็คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

วิธีดำเนินการ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสภาพราวน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวนนักเรียน 400 คน

กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มทดลอง 1 จำนวน 40 คน ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
2. กลุ่มทดลอง 2 จำนวน 40 คน ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ
3. กลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. สุ่มนักเรียนจำนวน 120 คน จากนักเรียนทั้งหมด 400 คน โดยวิธีการจับฉลาก
2. สุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 40 คน โดยใช้วิธีการจับฉลาก
3. สุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการสร้าง ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายและเนื้อหาเรื่อง "บรรยากาศรอบตัวเรา" จากบทเรียนและคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 สร้างแผนการสอนสามแผนที่มีลักษณะการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1.2.1 โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

ก) กรู้นำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม

ข) ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1.2.1.2 ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

1.2.1.3 ขั้นสรุปหลังการทดลอง ครูและนักเรียนอภิปรายสรุป ตรวจสอบสมมติฐานสรุปเป็นความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปใช้

1.2.2 โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีขั้นตอนดังนี้

1.2.2.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

ก) กรู้นำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม

ข) ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

1.2.2.2 ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

1.2.2.3 ขั้นสรุปหลังการทดลอง ครูและนักเรียนอภิปรายสรุป ตรวจสอบสมมติฐานเป็นความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปใช้

1.2.3 โดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู มีขั้นตอนดังนี้

1.2.3.1 ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง

- ก) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเตรียมความพร้อม
- ข) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา

ที่มีในบทเรียน

- ค) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหา
- ง) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน

1.2.3.2 ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

1.2.3.3 ขั้นสรุปหลังการทดลอง ครูและนักเรียนอภิปราย

สรุปตรวจสอบสมมติฐานสรุปเป็นความรู้ใหม่ และการนำความรู้ใหม่ไปใช้

1.3 นำแผนการสอนทั้งสามแผนดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.4 ปรับปรุงแผนการสอนแต่ละแผนตามความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแผนแต่ละแผนไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิง วิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ดังนี้

1.4.1 ทดลองสอนกับนักเรียน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมของกิจกรรม การสื่อความหมาย ระยะเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.4.2 ทดลองสอนกับนักเรียนจำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองสอนจริง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา

วิธีดำเนินการสร้าง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง บรรยากาศรอบตัวเรา โดยใช้ผู้ชำนาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความ

ความเที่ยงตรง โดยแบ่งจุดประสงค์เป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านการนำไปใช้
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 นำผลการวิเคราะห์หามาสร้างข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องด้านการใช้ภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จำนวน 120 คน

2.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อที่ตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ ดังนี้

2.6.1 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง .20-.80 ไว้

2.6.2 หาค่าอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า D ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้

2.6.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจการจำแนกจามเกณฑ์ไว้จำนวน 50 ข้อ แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น .775

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทัทนีย์ พฤษชลธาร (ทัทนีย์ พฤษชลธาร 2518 : 85-98) ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 3 ข้อ แต่ละข้อมีคำถามจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ค่าความเชื่อมั่น .784 และเป็นแบบทดสอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ใน 12 ท่านเห็นว่า แบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนดจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาทำข้อละ 15 นาที

การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบทั้งสามข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแล้วนำคำตอบที่ได้ทั้งหมดมาหาความถี่ ให้คะแนนคำตอบที่มีความถี่เป็น 1 ได้ 5 คะแนน ความถี่เป็น 2 ได้ 4 คะแนน ความถี่เป็น 3 ได้ 3 คะแนน ความถี่เป็น 4 ได้ 2 คะแนน ความถี่เป็น 5 ได้ 1 คะแนน คำตอบที่มีความถี่ตั้งแต่ 5 ขึ้นไปได้ 0 คะแนน

2. ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบโดยให้คำตอบละ 1 คะแนน

3. ความยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วจัดกลุ่มของคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวความคิดที่เหมือนกันจัดเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน หาได้จากผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ข้อ

ก่อนนำแบบทดสอบไปใช้ให้นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คน อีกครั้ง แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของฮอยท์ Hoyt's Anova Procedure (ลัน และ อังคณา สายยศ 2528 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .557

การดำเนินการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest Design (เชิดศักดิ์ โทวาสินธุ์ 2522 : 167)

ตาราง 2 แบบแผนการศึกษาครั้งนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง	ความแตกต่างของคะแนน สอบก่อนและสอบหลัง
RE ₁	T ₁	X ₁	T ₂	DE ₁
RE ₂	T ₁	X ₂	T ₂	DE ₂
RC	T ₁	X ₁ , X ₂	T ₂	DC

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R : การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E₁, E₂, C : กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ
- T₁, T₂ : คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองตามลำดับ
- X₁, X₂ : ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิตามลำดับ

$\sim X_1, \sim X_2$: ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

DE_1, DE_2 : ค่าความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ

การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ทดลองสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นเป็นเวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้
 - กลุ่มทดลอง 1 ใช้แผนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
 - กลุ่มทดลอง 2 ใช้แผนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ
 - กลุ่มควบคุม ใช้แผนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู
3. ทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมกับกลุ่มตัวอย่าง
4. วิเคราะห์ผลจากคะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์ประกอบเดียว ถ้า F มีนัยสำคัญทาง

สถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์ประกอบเดียว ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์ประกอบเดียว ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls

4. เปรียบเทียบพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน (ลัวน และอังคณา สายยศ 2528 : 59-63)

1.1 หากค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 หากค่าความแปรปรวนของคะแนน

2. หากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

2.1 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Hoyt's Anova Procedure (ลัวน และอังคณา สายยศ 2528 : 173)

2.2 หากค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางของจุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 1-32)

2.3 ทดสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 (ลัวัน และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 เพื่อหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์
ประกอบเดียว ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นราย
คู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 153)

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 เพื่อหาความแตกต่างของความถึคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีหนึ่งองค์
ประกอบ ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่
โดยใช้วิธีของ Newman Keuls (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 153)

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 เพื่อหาความแตกต่างของความถึคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ
องค์ประกอบเดียว ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็น
รายคู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2525 : 153)

6. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3,4 เพื่อหาพัฒนาการทางผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาการความถึคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง
โดยใช้ t-test dependent (ลัวัน และอังคณา สายยศ 2528 : 87)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{D}$	แทน	ความแตกต่างเฉลี่ยของคะแนนแต่ละคู่
SD^2	แทน	ความแปรปรวนของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
SS	แทน	Sum of Squares
MS	แทน	Mean Square
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution
df	แทน	Degrees of Freedom

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	243.32	121.66	3.93*
ภายในกลุ่ม	117	3624.35	30.98	
รวม	119	3867.35		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายคู่ ได้ใช้การทดสอบโดยวิธีของ Newman Keuls ปรากฏผลการทดสอบดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 1
	24.23	26.68	27.60
กลุ่มควบคุม 24.23	-	2.45	3.37*
กลุ่มทดลอง 2 26.68		-	0.92
กลุ่มทดลอง 1 27.60			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	2765	1382.50	4.97 *
ภายในกลุ่ม	117	32497.32	277.75	
รวม	119	35262.32		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากราย 5 พบว่า ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ ได้ใช้การทดสอบโดยวิธีของ Newman Keuls
ปรากฏผลการทดสอบดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 1
	41.07	50.57	51.83
กลุ่มควบคุม	41.07	9.50*	10.76*
กลุ่มทดลอง 2	50.57	-	1.26
กลุ่มทดลอง 1	51.83		-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	74.22	37.11	0.54
ภายในกลุ่ม	117	7993.37	68.32	
รวม	119	8067.59		

จากตาราง 7 พบว่า ค่า F ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกัน

3.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด
ยืดยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ปรากฏผลการวิเคราะห์
ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และ
กลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	403.26	201.63	11.53*
ภายในกลุ่ม	117	2045.67	17.48	
รวม	119	2448.93		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า
กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคิดยืดยุ่นแตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความ
คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดยุ่นเป็นรายคู่ ได้ใช้การทดสอบโดย
วิธีของ Newman Keuls ปรากฏผลการทดสอบดังตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น
ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 1
	$\bar{X}$	13.90	19.15	19.36
กลุ่มควบคุม	13.90	-	5.25*	5.46*
กลุ่มทดลอง 2	19.15		-	0.21
กลุ่มทดลอง 1	19.36			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นแตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน

3.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่อง
ในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม ปรากฏผลการวิเคราะห์
ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความถ่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	294.12	147.06	3.65 *
ภายในกลุ่ม	117	4730.31	40.43	
รวม	119	5024.43		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความถ่องในการคิดแตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความถ่องในการคิดเป็นรายคู่ ได้ใช้การทดสอบโดยวิธีของ Newman Keuls ปรากฏผลการทดสอบดังตาราง 11

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความถ่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 1
	$\bar{X}$	19.85	23.03	23.30
กลุ่มควบคุม	19.85	-	3.18 *	3.45 *
กลุ่มทดลอง 2	23.03		-	0.28
กลุ่มทดลอง 1	23.30			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความถ่องในการคิดแตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความถ่องในการคิดไม่แตกต่างกัน

4. ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2

4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบก่อน-สอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 บรกฎผลการวิเคราะห์ตาราง 12 ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการ สอบก่อน-สอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2

กลุ่มทดลอง	การทดสอบ	$\bar{x}$	$\bar{y}$	g^2	t
1	ก่อนดำเนินการทดลอง	15.07	12.53	29.99	14.47 **
	ภายหลังการทดลอง	27.60			
2	ก่อนดำเนินการทดลอง	14.85	11.82	22.09	15.90 **
	ภายหลังการทดลอง	26.67			

$$t_{(0.01, 39)} = 2.457$$

* * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 พบว่า ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองกลุ่มแสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง

4.2 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการ
สอบก่อน-สอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 ปรากฏผลการ
วิเคราะห์ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
จากการสอบก่อน-สอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2

กลุ่มทดลอง	การทดสอบ	$\bar{X}$	$\bar{D}$	SD^2	t
1	ก่อนดำเนินการทดลอง	42.58	9.25	206.19	4.07 **
	ภายหลังการทดลอง	51.83			
2	ก่อนดำเนินการทดลอง	42.13	6.45	108.92	5.12 **
	ภายหลังการทดลอง	50.58			

$$t_{(.01, 39)} = 2.452$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 พบว่า ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองกลุ่ม
แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนดำเนินการทดลอง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่ม
ควบคุมและกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมและ
กลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความ
คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติ

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษารั้ครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และรูปภาพหรือแผนภูมิ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และรูปภาพหรือแผนภูมิ มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน 3 แผน คือ

2.1.1 ฝึกโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

2.1.2 ฝึกโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

2.1.3 ฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มีความเชื่อมั่น .775

2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบของทัศนีย์ พุกษชลธาร มีค่าความเชื่อมั่น .784 และค่าความเชื่อมั่นกับกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน .557

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ทดลองสอนตามแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยกลุ่มทดลอง 1 เรียนตามแผนที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 2 เรียนตามแผนที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ และกลุ่มควบคุมเรียนตามแผนที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู เป็นเวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบองค์ประกอบเดียว และถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Newman Keuls

2. เปรียบเทียบพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองโดยใช้ t - test dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู และโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดไม่แตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 1 กลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู และโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่ปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสื่อการสอนที่ใช้ในการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานแต่ละกลุ่ม โดยที่สื่อการสอนมีความสำคัญในการช่วยทำให้เกิดมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ เป็นสื่อเชื่อมโยงระหว่างนามธรรมไปสู่รูปธรรม ทำให้เข้าใจในสถานการณ์วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย สื่อการสอนของกลุ่มใดสามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่า ก็ย่อมจะส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ซึ่งจากการจัดลำดับประเภทของสื่อการสอนที่ช่วยให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ของเอ็ดการ์ เดล (วาสนา ขาวหา 2506 : 24-32 อ้างอิงมาจาก Edgar Dale) ที่ยึดหลักความต่อเนื่องระหว่างรูปธรรม-นามธรรมโดยนำเอาประสบการณ์จริงจัดเป็นลำดับหนึ่ง แล้วเรียงประสบการณ์ลำดับต่อ ๆ ไปตามการเพิ่มขึ้นของความเป็นนามธรรมของประสบการณ์นั้น ๆ จนถึงลำดับสุดท้ายถือเป็นประสบการณ์นามธรรมเต็มที่ จะเห็นว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์โดยฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์จะอยู่ในลำดับที่หนึ่ง กล่าวคือสื่อที่กลุ่มนี้ได้รับเป็นประสบการณ์รูปธรรมมากที่สุด ส่วนกลุ่มที่ใช้รูปภาพหรือแผนภูมิและโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครูจะอยู่ในลำดับที่ 9 และ 10 ประสบการณ์ที่ได้รับจึงมีความเป็นนามธรรมมากและมากที่สุดตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ใช้การอภิปรายตามคู่มือครู จึงมีความแตกต่างในเรื่องของประสบการณ์รูปธรรม-นามธรรมมากที่สุด และจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้ชุดอุปกรณ์กับใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับกลุ่มที่ใช้การอภิปรายตามคู่มือครู จะเห็นว่าสื่อการสอนเป็นนามธรรมเหมือนกันและมีความต่อเนื่องระหว่างประสบการณ์ใกล้เคียงกันมาก ความแตกต่างของสื่อที่นำเข้ามาใช้ในการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานนี้ อาจมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างและไม่แตกต่างกันทั้งกล่าว

จากสรุปผลการศึกษากันว่าข้อ 2 และ 4 นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวม ความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดไม่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาที่ปรากฏเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของความคิดของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา รวมทั้งหาวิธีการในการแก้ปัญหา โดยบุคคลนั้น ๆ จะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุเปีย ลำเจียก 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) ซึ่งประกอบด้วยการสังเกต การตั้งปัญหาและการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งในการศึกษารังนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับการพัฒนาแตกต่างกันตามประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการสอนที่จัดให้ในส่วนที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้รับประสบการณ์โดยตรงจากชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ ได้รับประสบการณ์จากสื่อที่เป็นรูปภาพหรือแผนภูมิ ซึ่งสื่อทั้งสองประเภทนี้จะช่วยให้นักเรียนสังเกต แยกแยะความแตกต่างของสถานการณ์ที่จัดให้ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ซึ่งได้รับประสบการณ์ทางวาจา และโดยที่ทักษะในการสังเกตเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมโยงความคิดไปสู่การตั้งสมมติฐานและการค้นหาคำตอบ ดังนั้นความแตกต่างของสื่อที่ใช้ในการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานจึงอาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ ยังได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 56-58) ได้กล่าวไว้ในหลักการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์

ว่าลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ก็คือ ความสามารถในการเริ่มต้นด้วยตนเอง

ดังนั้น การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ จึงมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ใช้รูปภาพหรือแผนภูมิแล้วจะไม่แตกต่างกัน

จากการสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 3 นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รูปภาพหรือแผนภูมิ และการอภิปรายตามคู่มือครู มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่ปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบของการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานทั้งที่ใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิยังเอื้ออำนวยต่อการแสดงออกทางด้านความคิดริเริ่มน้อย เนื่องจากประการแรก การนำแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานเข้ามาใช้ในการศึกษาริเริ่มเป็นการเพิ่มเวลาที่ต้องใช้ในส่วนของทักษะนี้ตามคู่มือครูมากกว่าปกติ จึงทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลา ไม่อาจปล่อยให้ให้นักเรียนได้ใช้เวลาได้อย่างเสรี ซึ่งอาจเป็นผลกระทบต่อการขยายภาคในทางสร้างสรรค์โดยเฉพาะในด้านการคิดริเริ่ม อีกประการหนึ่ง อาจเป็นผลมาจากแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานที่ใช้มีข้อจำกัดในการส่งเสริมความคิดเห็นอรรถาธิบายซึ่งมีส่วนสำคัญต่อความคิดริเริ่ม เนื่องจากแบบฝึกที่สร้างขึ้นมามีใช้ยังต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหาตามบทเรียนที่จะต้องเรียนต่อไป จึงเป็นการยากที่จะจัดสถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกหัดความคิดที่เห็นอรรถาธิบายได้ด้วย

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 5 นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ผลการศึกษา

ที่ปรากฏเช่นนี้เพราะนักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นภายหลังผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ อีกประการหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งขณะอนุกรมการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์

(คณะอนุกรมการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 58-84) ได้กล่าวไว้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรม ที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานจึงอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ด้วย ถึงแม้ว่าทักษะการตั้งสมมติฐานจะเป็นเพียงทักษะหนึ่งใน 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็ตาม แต่เนื่องจากทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ดังที่กิบบ์ (Gibbs. 1968 : 3051) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

จากสรุปผลการศึกษาค้นคว้าข้อ 6 นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ผลการศึกษาที่ปรากฏเช่นนี้เป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการสอนโดยให้มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งก็คือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง นอกจากนี้แล้ว การจัดกิจกรรม ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ เดอร์ ซีดโก

(Do Cecco. 1968 : 459) ได้เสนอเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ อีกทั้งรูปแบบการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ยังเปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 56-58) ที่ว่า ทำให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าและ

ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลดังกล่าว การจัดกิจกรรมโดยให้มีการฝึกทักษะ การตั้งสมมติฐานจึงเป็นผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มาใช้ เพื่อพัฒนาส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนให้สูงขึ้น

1.2 ครู-อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรได้พยายามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน อาจจะเป็นวิธีที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามาหรือรูปแบบอื่น ๆ

1.3 ครู-อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรให้ความสำคัญต่อทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยพยายามสอดแทรกในระหว่างการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน เป็นต้นในขั้นเตรียมก่อนการทดลองหรือในขั้นสรุปหลังการทดลอง

1.4 ครู-อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยม ควรได้ขยายเวลาในขั้นเตรียมก่อนการทดลอง จากเดิมที่กำหนดไว้ประมาณ 5-10 นาที มาเป็น 15-20 นาที เพื่อใช้ในการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานอันเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรได้มีการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิเป็นกลุ่มกับการฝึกเป็นรายบุคคล ทั้งนี้เพราะรูปแบบของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานนี้นั้นในเรื่อง

กระบวนการคิดและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการฝึกเป็นกลุ่มนี้จะช่วยให้แก่นักเรียนได้ใช้พลังกลุ่มในรูปของการระดมพลังสมอง จะทำให้นักเรียนเกิดความหลากหลายในทางความคิด คิดได้หลายแง่หลายมุมยิ่งขึ้น เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักถกเถียงยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นและยังเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2.2 การได้มี การศึกษาถึงการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะทักษะการตั้งสมมติฐานจัดเป็นทักษะกระบวนการชั้นบูรณาการที่ต้องอาศัยความสามารถในทางสติปัญญาและความสามารถในการภาษามากกว่าทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กอตักดิ์ ศรีน้อย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
- ศรีนครินทรวิโรฒ 2527, 107 หน้า อัดสำเนา
- เกียรติชัย ปิยวงศ์สมบูรณ์ การสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานวิชาวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตร
- ศาสตร์ 2524, 93 หน้า อัดสำเนา
- ววิวรรธ กินาวงศ์ เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพิชญะโลก 2520, 200 หน้า
- ชูศรี วงศ์รัตน์ เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย โรงพิมพ์เจริญผล 2525, 252 หน้า
- เชาวนีย์ อะชะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2526, 250 หน้า
- อัดสำเนา
- เจ็ดศักดิ์ โสวาสินธุ์ การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ 2522, 206 หน้า
- ทัศนีย์ บุญเต็ม "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 37(1) :
32-33 มกราคม 2526
- นางบุษ วรรณนาค ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์กับผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ปริชญานีพนธ์
- กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาระดับประกาศนียบัตร 2514, 89 หน้า อัดสำเนา
- นิตา สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3(3) : 6-7
- "ทำอย่างไรการสอนวิทยาศาสตร์จึงจะสัมฤทธิ์ผล" ข่าวสารสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 : 6 ตุลาคม 2520

นิตยา จุฑิโยธี การทำและการไปแบบฝึกหัดเสริมทักษะ เอกสารเผยแพร่ความรู้

ทางภาษาไทยหน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา 2520,

บุญถิ่น อัตถากร คู่มือการไปสกัดค้นวัสดุ มงคลการพิมพ์ 2506, 422 หน้า

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม

และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527, 96 หน้า อัดสำเนา

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต วิธีสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นประถมศึกษา

หน่วยศึกษานิเทศ กรมการฝึกหัดครู 2518, 139 หน้า

ปราโมทย์ แก้วสุธ การศึกษาผลสัมฤทธิ์และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดย

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2528, 186 หน้า อัดสำเนา

เป็รื่อง กุญท์ เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม 2519, 134 หน้า อัดสำเนา

พรรณา นิมารัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการ

ทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการงาน

วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน วิทยานิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2527, 116 หน้า อัดสำเนา

ผดุงยศ ดวงมาลา การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2523, 331 หน้า

มันใจ จรัสรุ่งระวีวร การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้โดยใช้หุ่นจำลอง

และแผนภูมิอธิบายภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2516, 82 หน้า

อัดสำเนา

พิศาล สร้อยชูทรัพย์ ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ 2525, 165 หน้า

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 2 2525,

211 หน้า

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัทศึกษาพรจำกัด

2528, 314 หน้า

วรรณรักษ์ ปิยะชาณกุล การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการ
ประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล ปรินิพนธ์ กต.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ 2526, 154 หน้า อัดสำเนา

วาสนา ชาวหา เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร

วิโรฒบางแสน 2522, 200 หน้า

ศศิธร สุทธิแพทย์ แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชา
การศึกษา ปรินิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2510, 252 หน้า

อัดสำเนา

ศึกษานิเทศก์, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 กรุงเทพฯ

2521, 252 หน้า

ศิริอร ไข่มุกพิรัตน์ การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึก
แบบระดมพลังสมองและแบบฝึกการายบุคคล ปรินิพนธ์ กต.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2527, 101 หน้า อัดสำเนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์ 2519, อัดสำเนา

สมจิต สวอนไพบูลย์ สมรรถภาพการสอนของครู ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2527, 40 หน้า อัดสำเนา

วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษา
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มปท., 212 หน้า

สมชัย โกมล และ คณะ การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2525, 405 หน้า

สุวัณห์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า

สุวิมล ช่อทำกิจ ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยานิพนธ์ กทม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 112 หน้า อุดลำนเา

สุปรียา ลำเจียก สัมพันธภาพระหว่างระดับสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิชา
ศาสตร์และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์ กบ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 78 หน้า อุดลำนเา

สีปพนธ์ เกตุทัต "ความเคลื่อนไหวทางการศึกษา" วารสารสามัญศึกษา
12 กุมภาพันธ์ 2518, 46 หน้า

เสริมศรี เสวตามร และ สาลี งามวีรี "การวิเคราะห์วิธีการสอนแบบ Inquiry "
ครูศาสตร์ฉบับพิเศษ 68-79 กรกฎาคม-สิงหาคม 2521

วิชัยชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียน
ด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ปรียานุพนธ์ กต.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 112 หน้า อุดลำนเา

ธำรง บัวศรี "กำลังคนกับการวางแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ"
วิทยากรย กุมภาพันธ์ 2510, 24

ธงชัย ชิวปรีชา "การเ้าคำถามในห้องเรียน" วารสารส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี 6(2) : 66

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 ปรียานุพนธ์ กต.ค.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2523, 226 หน้า อุดลำนเา

อารี รั้งสินันท์ ความคิดสร้างสรรค์ คณะการพิมพ์ 2527, 205 หน้า

อำนาย รุ่งรัศมี การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 2525, 184 หน้า

อุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ในระดัประจาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ 2517, 101 หน้า อัดสำเนา

อนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนรู้การ

สอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2525, 211 หน้า อัดสำเนา

American Association for the Advancement of Science "Science
A process Approach" : AAAS/sorox, Corporation, 1970. 683 p.

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

Atkin, Myron J. A Study of Formulating and Suggesting Tests for
Hypotheses in Elementary School Science Learning Experience.
Science Education. 42(5) : 414-422.

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

De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction.
New Jersey, Prentice-Hall, 1968. 800 p.

Edward J. Kormondy and Bernice E. Essenfeld Biology Addison-
Wesley Publishing Company, Inc., 1984, 243 p.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. n.p. Education Testing
Service, 1952. 32 p.

Gibbs, Ronald K. An Analysis of the Effectiveness of Biological
Science Curriculum Study Single Topic Films in Teaching
Hypothesis Construction to High School Biology Students,
Doctor's thesis, Bloomington : Indiana University.
Dissertation Abstract. 28 : 3051, 1968.

- Haress, J.H. "The Two Meanings of Mathematics" A Hand of Programmed Learning India, Anand Press no date, 93-94 p.
- John H. Woodburn and Ellsworth S. Obourn Teaching the Pursuit of Science the Macmillan Company, New York. 1965. 469p.
- Mo. Candless, Boyd R. and Ellis P. Evans, Children and Youth : Psychological Development. New York, Holt, 1978. 529 p.
- Okey, James P. Science Process Skills. Laboratory for Education. Development, (Experimental) Indiana University, Bloomington, 1971.
- Penick, John E. Creatively in Fifth-Grade Science Students : Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307-314, 1976.
- Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. "George. Teaching Hypothesis Formation" Science Education. 59(3) : 289-296, 1975.
- Sund, Robert E. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. second edition. Publishes by Charles E. Merrill Publishin Company, 1973. 167 p.
- Torrance E. Paul. Education and Creative Potential. Minneapolis, The University of Minisota Press, 1964. 631 p.
- Wallach, Michel A. and Nathan Kongan. Modes of Thinking in Young Children I Holt Rinehart and Winston, Inc., 1963. 357 p.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creatively in the Secondary School. Philadelphia, W.B. Saunders, 1967. 430 p.

ពាក្យសន្យា

ภาคผนวก ก
แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

เรื่อง

บรรยากาศรอบตัวเรา

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีที่จะแสดงให้เห็นว่าอากาศมีแรงดัน
2. อธิบายได้ว่าแรงดันของอากาศขึ้นอยู่กับพื้นที่
3. บอกความหมายของความดันอากาศ
4. บอกประโยชน์ของความดันบรรยากาศที่เอาไปใช้ในสิ่งมีชีวิตประจำวัน

เนื้อเรื่อง

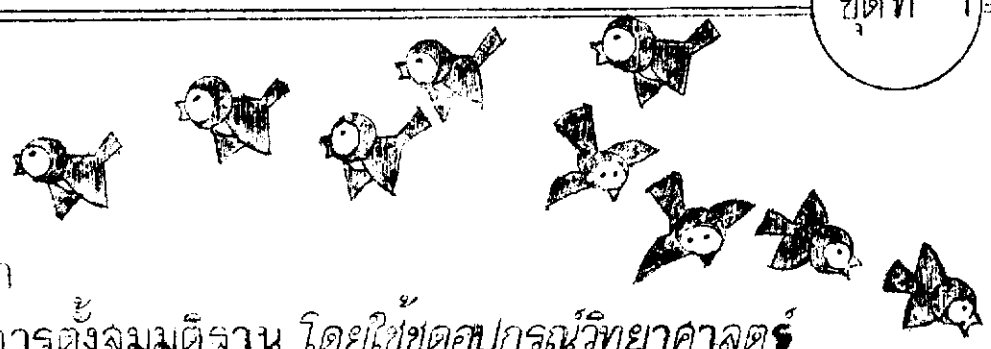
อากาศมีอยู่ทั่ว ๆ ไป รอบตัวเรา บนพื้นดิน พื้นน้ำ บนภูเขาและห่มห่อโลกอยู่ โดยรอบหนาหลายร้อยกิโลเมตร เราเรียกอากาศในที่ต่าง ๆ ทั้งหมดนี้ว่า

บรรยากาศ

อากาศมีแรงดัน และแรงดันของอากาศนี้มีอยู่ทุกทิศทุกทาง ขนาดของแรงดันนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ด้วย พื้นที่ใหญ่มีแรงดันหรือน้ำหนักกดมากกว่าพื้นที่เล็ก แต่ถ้าคิดแรงกดที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยเรียกแรงกดนี้ว่า ความดัน หรือความดันบรรยากาศ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

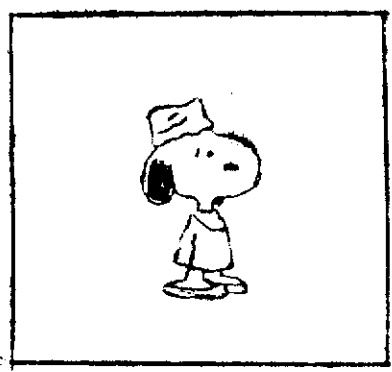
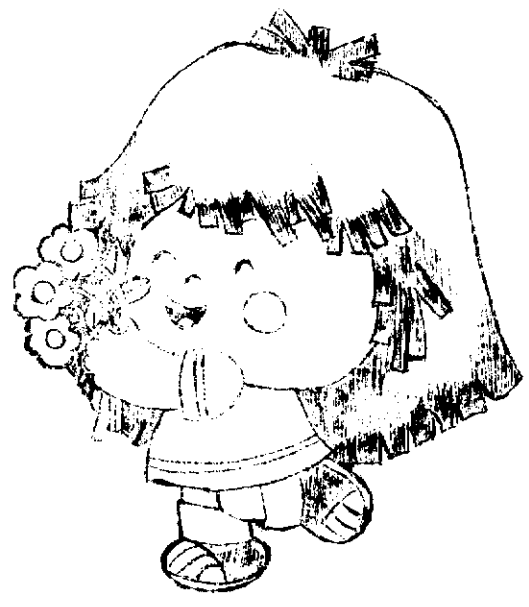
1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ครูแจกแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1) ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแบบฝึกซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารตอนที่ 4 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และเป็นการนำเข้าสู่กิจกรรมขั้นทดลองต่อไป
2. ขั้นทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่แบบเรียนกำหนดไว้
3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง ครูนำผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดานและร่วมกับนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลอง พร้อมกับตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ จากนั้นสรุปให้ความรู้ใหม่และให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นที่จะนำเอาความรู้ที่ได้รับไปใช้



แบบฝึก

ทักษะการตั้งลมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

เรื่อง ลมพัดใบประกาศของอากาศ



ว. 101 วิทยาศาสตร์

ชื่อ _____ ชั้น _____

คำชี้แจง

- 1) แผนฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง
- 2) ให้นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จากเอกสารตอนที่ 2
- 3) ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารตอนที่ 3
- 4) เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารตอนที่ 3 แล้ว ให้นักเรียนมารับเอกสารตอนที่ 4 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ได้สร้างขึ้น พร้อมทั้งศึกษาสมมติฐานที่ได้เสนอไว้ในตอนท้าย เพื่อทำกิจกรรมในขั้นการทดลองตามแบบเรียนต่อไป



คู่มือการใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ชุดอุปกรณ์ประกอบควย

หลอดทดลองขนาดเล็ก และขนาดกลาง อย่างละหนึ่งหลอด
การใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

- 1) บรรจุน้ำประมาณ $1/2$ ของหลอดทดลองขนาดกลาง
- 2) นำหลอดทดลองเล็กใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง
- 3) กดหลอดทดลองเล็กให้จมลงใต้น้ำประมาณ 1 ซม. แล้วคว่ำหลอดทดลอง
ทั้ง 2 ลง ดังรูป สังเกตการเคลื่อนที่ของหลอดทดลองอันเล็ก



มาฝึกหัดเขียนสมมติฐานกันเถอะ

- ก) ขั้นสังเกตและพิจารณาปัญหา เมื่อนักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามคู่มือการใช้ชุดอุปกรณ์ ฯ นักเรียนจะสังเกตเห็น หลอดทดลองอันเล็กเคลื่อนเข้าไปในหลอดทดลองขนาดกลาง ทั้ง ๆ ที่น่าจะตกลงมาพร้อมกับน้ำ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ?
- ข) ขั้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้ ให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือเหตุผลที่คิดว่าเป็นไปได้จากปัญหาข้อ (ก) อย่างน้อยที่สุด 2 ข้อ (พยายามเขียนให้ไ้มากที่สุด)

- ค) ขั้นตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนเขียนสมมติฐานจากเหตุผลที่ไ้ตามข้อ (ข) โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." และสมมติฐานนั้น ๆ ควรสามารถตรวจสอบไ้ด้วยวิธีการทดลอง

ดูหน่อย! ตรงกันหรือเปล่า

หวังว่า นักเรียนคงเขียนสมมติฐานได้หลาย ๆ ข้อ มาลองดูปัญหากันใหม่อีกครั้ง
ถ้า "ทำไม หลอดทดลองเล็กจึงเคลื่อนที่เข้าไปในหลอดขนาดใหญ่กลาง ?

เหตุผลที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือไม่ได้ดังนี้.

- น้ำถูกขึ้นไป
- อากาศเบากว่าน้ำ
- อากาศดันขึ้นไป
- ... ฯลฯ...

สมมติฐาน นักเรียนควรนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้ มาเขียนเป็นสมมติฐานได้ ดังนี้.

- ถ้า น้ำมีแรงดึงดูดแล้ว หลอดทดลองอันเล็กจะถูกดูดขึ้นไป
- ถ้าอากาศเบากว่าน้ำแล้ว อากาศจะดันหลอดขึ้นไปอยู่เหนือน้ำ
- ถ้าอากาศมีแรงดันแล้ว อากาศจะดันหลอดขึ้นไป
- ... ฯลฯ...

สมมติฐานที่นักเรียนเขียนมาจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น จำต้องมีการพิสูจน์
ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมติฐานที่ว่า "ถ้าอากาศมีแรงดันแล้ว อากาศจะดันหลอด
ขึ้นไป"

อากาศมีแรงดันจริงหรือไม่ ?

นักเรียนลองมาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์กันโดยเปิดแบบเรียนหน้า 65 การทดลอง
ที่ 3.1 สมบัติบางประการของอากาศ

ภาคผนวก ข

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

เรื่อง

บรรยากาศรอบตัวเรา

(2 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีที่จะแสดงให้เห็นว่าอากาศมีแรงดัน
2. อธิบายได้ว่าแรงดันของอากาศขึ้นอยู่กับพื้นที่
3. บอกความหมายของความดันอากาศ
4. บอกประโยชน์ของความดันบรรยากาศที่เอาไปใช้ในชีวิตประจำวัน

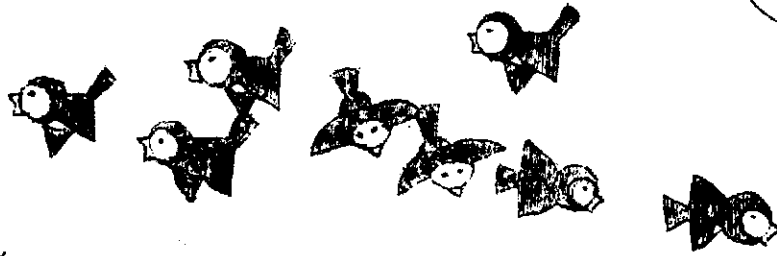
เนื้อเรื่อง

อากาศมีอยู่ทั่วไปรอบตัวเรา บนพื้นดิน พื้นน้ำ บนภูเขาและห่มห่อโลกอยู่โดยรอบหนาหลายร้อยกิโลเมตร เราเรียกอากาศในที่ต่าง ๆ ทั้งหมดนี้ว่า บรรยากาศ

อากาศมีแรงดันและแรงดันของอากาศนี้มีอยู่ทุกทิศทุกทาง ขนาดของแรงดันนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ด้วย พื้นที่ใหญ่มีแรงหรือน้ำหนักกดมากกว่าพื้นที่เล็ก แต่ถ้าคิดแรงกดที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยเรียกแรงนี้ว่า ความดันหรือความดันบรรยากาศ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

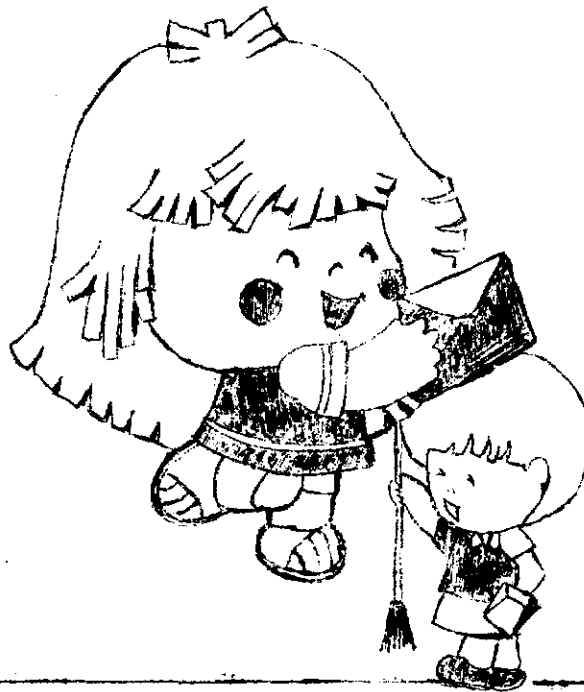
1. ขั้นเตรียมก่อนการทดลอง ครูแจกแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ (ชุดที่ 1) ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแบบฝึกซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารตอนที่ 3 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และเป็นการนำเข้าสู่กิจกรรมขั้นการทดลองต่อไป
2. ขั้นทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่แบบเรียนกำหนดไว้
3. ขั้นสรุปหลังการทดลอง ครูนำผลการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มเสนอบนกระดานและร่วมกับนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลอง พร้อมกับตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ จากนั้นสรุปให้ความรู้ใหม่และให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นที่จะนำเอาความรู้ที่ได้รับไปใช้



แบบฝึก

ทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ

เรื่อง สมบัติบางประการของอากาศ



ว. 1-01 วิทยาศาสตร์

ชื่อ

ชั้น

คำชี้แจง

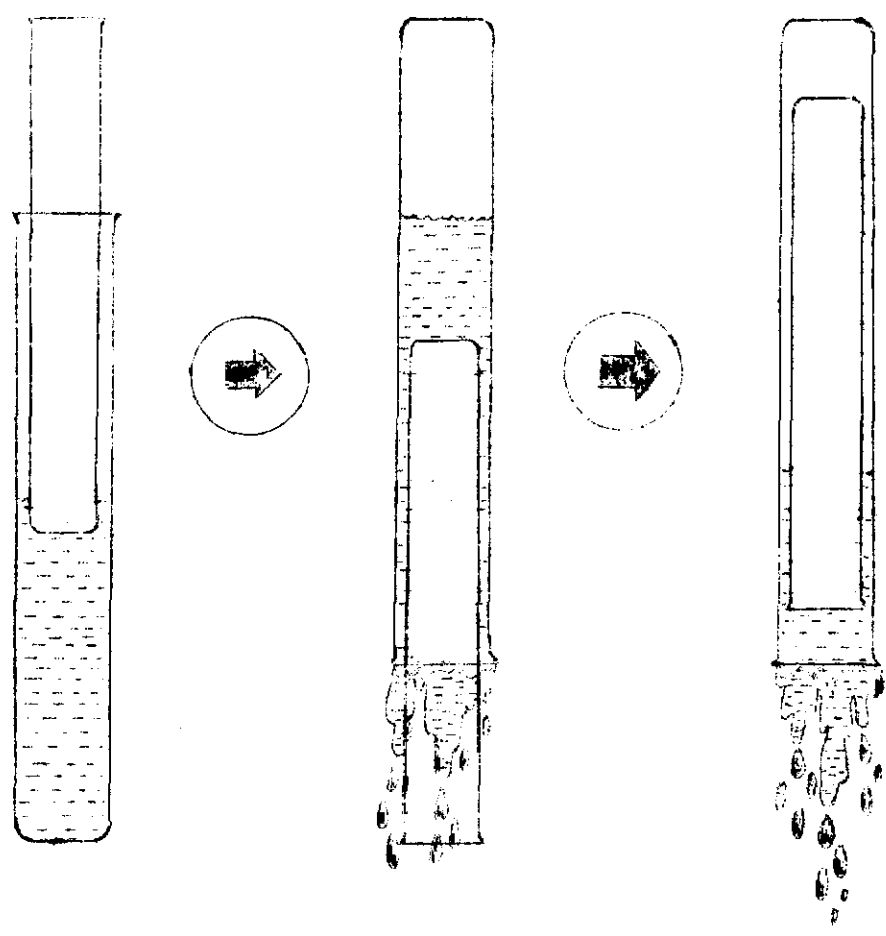
- 1) แบบฝึกนี้ประกอบประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง
- 2) ให้นักเรียนพยายามศึกษารูปภาพหรือแผนภูมิ และทำกิจกรรมตามที่ได้ระบุไว้ใน

เอกสารตอนที่ 2

- 3) เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารตอนที่ 2 แล้ว ให้นักเรียนมารับเอกสารตอนที่ 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบสมมติฐานที่นักเรียนได้สร้างขึ้น พร้อมทั้งศึกษาสมมติฐานที่ได้เสนอไว้ในตอนท้าย เพื่อทำกิจกรรมในขั้นการทดลองตามแบบเรียนต่อไป



รูปภาพแสดง เรือธง สมบัติทางประการของอากาศ



มาฝึกหัดเขียนสมมติฐานกันเถอะ

- ก) ขั้นสังเกตและพิจารณาปัญหา เนื่องนักเรียนศึกษาจำดับขั้นการทดลองตามรูปภาพ นักเรียนจะสังเกตเห็นหลอดทดลองเล็กเคลื่อนเข้าไปในหลอดทดลองขนาดกลาง ทั้ง ๆ ที่น่าจะตกลงมาพร้อมกันน้ำ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ?
- ข) ขั้นหาเหตุผลที่เป็นไปได้ ให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือเหตุผลที่คิดว่าน่าจะเป็นไปได้จากปัญหาข้อ (ก) อย่างน้อยที่สุด 2 ข้อ (พยายามเขียนได้ไกลมากที่สุด)

- ค) ขั้นตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนเขียนสมมติฐานจากเหตุผลที่ได้ตามข้อ (ข) โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..." และสมมติฐานนั้น ๆ ควรสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลอง

คุณน้อย! ตรงกันหรือเปล่า

หวังว่า นักเรียนคงเขียนสมมติฐานไว้หลาย ๆ ข้อ มาลองทบทวนกันใหม่อีกครั้ง
 ที่ "ทำไม หลอดทดลองเล็กจึงเคลื่อนที่เข้าไปในหลอดขนาดใหญ่กลาง ?

เหตุผลที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือไม่ว่ถึงงี้

- น้ำถูกขึ้นไป
- อากาศเบากว่าน้ำ
- อากาศดันขึ้นไป
- ... ฯลฯ...

สมมติฐาน นักเรียนควรนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้ มาเขียนเป็นสมมติฐานได้ ดังนี้

- ถ้าน้ำมีแรงดึงดูดแล้ว หลอดทดลองอันเล็กจะถูกดูดขึ้นไป
- ถ้าอากาศเบากว่าน้ำแล้ว อากาศจะดันหลอดขึ้นไปอยู่เหนือน้ำ
- ถ้าอากาศมีแรงดันแล้ว อากาศจะดันหลอดขึ้นไป
- ... ฯลฯ...

สมมติฐานที่นักเรียนเขียนมาจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น จำต้องมีการพิสูจน์
 ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมติฐานที่ว่า "ถ้าอากาศมีแรงดันแล้ว อากาศจะดันหลอด
 ขึ้นไป"

อากาศมีแรงดันจริงหรือไม่ ?

นักเรียนลองมาทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์กันโดยเปิดแบบเรียนหน้า 65 การทดลอง

ที่ 3.1 สมบัติบางประการของอากาศ

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบและผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง บรรายากาศรอมตัวเรา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

- 1) ข้อสอบฉบับนี้ทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาในการทศ 1 ชั่วโมง
- 2) ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดานคำตอบ

เช่น. คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก.

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2					

- 3) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดเส้น 2 เส้นทับเครื่องหมาย X แล้วกาเครื่องหมาย X ลงใต้ตัวเลือกที่ต้องการใหม่

เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ค. ก็ทำได้ดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	X		X		
2					

- 4) ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น และเลขที่ลงในกระดานคำตอบก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. ข้อใดแสดงว่าอากาศมีตัวตนและต้องการที่อยู่ ?

- ก. กังหันหมุน
- ข. เมื่อมีลมพัดจะรู้สึกเย็น
- ค. เมื่อเป่าลูกโป่ง ๆ พองออก
- ง. เครื่องฉนวนลอยอยู่ในอากาศได้
- จ. เมื่อตัวไม้เรียว ๆ จะไถลขึ้นเสียบงหวัด

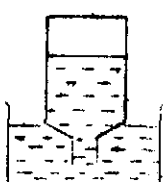
2. อากาศมีแรงดันในทิศทางใด ?

- ก. กดลงในแนวดิ่ง
- ข. พุ่งขึ้นในแนวดิ่ง
- ค. มีแรงดันทุกทิศทาง
- ง. ในแนวระดับขนานกับพื้นดิน
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

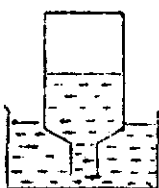
3. เมื่อเอาน้ำบรรจุเต็มขวดแล้วคว่ำลงในอ่างที่มีน้ำอยู่ ผลสุดท้ายน้ำในขวดจะมีลักษณะอย่างไร ?



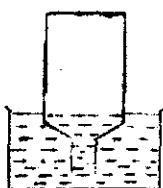
ก.



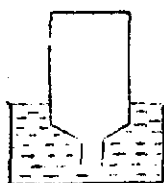
ข.



ค.



ง.

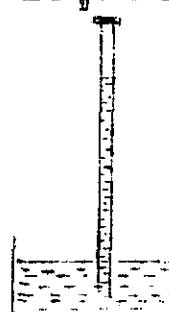


จ.

4. ในการทดลองดึงกระดาษหนึ่งสีกัมพูแผ่นใหญ่และแผ่นเล็ก ผลปรากฏว่า ต้องใช้แรงดึงกระดาษทั้งสองแผ่นแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนั้นสรุปได้ว่าอย่างไร ?

- ก. อากาศมีแรงดันทุกทิศทาง
- ข. แรงดันอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่
- ค. แรงดันอากาศจะมากขึ้นตามทิศทางเดียวกัน
- ง. แรงดึงดูดระหว่างกระดาษกับพื้นขึ้นอยู่กับพื้นที่
- จ. แรงดึงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของกระดาษ

ให้ชมน้ำนี้ตอบคำถามข้อ 5-8



สายยางพลาสติกยาว 15

เมตร บรรจุน้ำเต็ม ปิดปลาย

ด้านหนึ่งแล้วยกให้สูงขึ้น ส่วน

ปลายอีกด้านหนึ่งจุ่มลงในน้ำ

ดังรูป

ให้คำตอบนี้ตอบคำถามข้อ 5-7

- ก. 76 ซม.
- ข. 5 เมตร
- ค. 10 เมตร
- ง. 15 เมตร
- จ. เท่ากับระดับน้ำในอ่าง

5. ระดับน้ำในสายยางจะสูงขึ้นได้มากที่สุดเท่าใด ?

6. ถ้าเปลี่ยนสายยางให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตเป็นสองเท่าจากเดิม ระดับน้ำจะขึ้นสูงสุดเท่าใด ?

7. ถ้าไม่ปิดปลายสายยางด้านบน ระดับน้ำในสายยางจะสูงเท่าใด ?

8. ถ้าเปลี่ยนจากน้ำเป็นของเหลวที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ผลจะเป็นเช่นไร ?

- ก. ระดับของของเหลวใหม่จะสูงขึ้น
- ข. ระดับของของเหลวใหม่จะลดต่ำลง
- ค. ระดับของของเหลวใหม่ยังคงเท่ากับน้ำ
- ง. ของเหลวใหม่จะไม่ขึ้นไปตามสายยางเลย
- จ. ยังสรุปไม่ได้

9. สายยางวัดระดับของช่างไม้ อาศัยความรู้ข้อใดในการนำมาใช้ ?

- ก. น้ำไหลลงสู่ที่ต่ำเสมอ
- ข. อากาศมีแรงดันทุกทิศทุกทาง
- ค. แรงดันแปรผันโดยตรงกับพื้นที่
- ง. น้ำจะอยู่ในแนวระดับเดียวกันเสมอ
- จ. ที่ระดับเดียวกันความดันบรรยากาศเท่ากัน

ใช้ตารางนี้ตอบคำถามข้อ 10-12

ตารางแสดงความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ

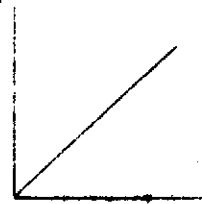
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	ความดันบรรยากาศ (m.m) ปรอท
0	760
2	600
4	470
6	360
8	280

10. ความดันบรรยากาศที่ระดับความสูง 7 กม.

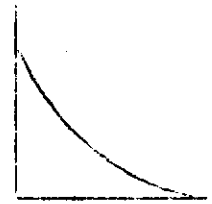
จากระดับน้ำทะเลมีค่าประมาณเท่าใด ?

- ก. 290 m.m ข. 300 m.m.
- ค. 310 m.m. ง. 320 m.m.
- จ. 330 m.m.

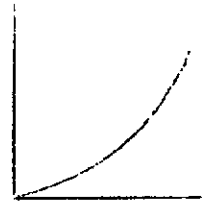
11. ถ้าให้ความสูงอยู่บนแกนนอน และความดันบรรยากาศอยู่บนแกนตั้ง จะได้กราฟดังข้อใด ?



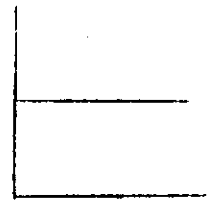
ก.



ข.



ค.



ง.



จ.

12. จากตาราง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ?

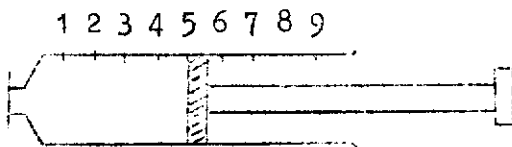
- ก. ยิ่งสูงขึ้นไปความดันบรรยากาศจะยิ่งมากขึ้น
- ข. ยิ่งใกล้ระดับน้ำทะเลความดันบรรยากาศจะยิ่งเบาบางลง
- ค. ยิ่งสูงขึ้นไปความแตกต่างของความดันบรรยากาศยิ่งน้อยลง
- ง. การเปลี่ยนแปลงความดันเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทุก ๆ ระดับความสูง
- จ. ที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลความดันบรรยากาศยังคงเท่ากับ 760 m.m. ของปรอท

13. ที่แห่งใด ความดันบรรยากาศมีค่ามากที่สุด ?

- ก. เทือกเขา ข. เขิงเขา
ค. ยอดเขา ง. ชายทะเล
จ. ที่ระดับน้ำทะเล

ใบช้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 14-15

1. ถังกานหลอดคัลคยาออกมาที่ตำแหน่ง 5 cm.³
แล้วบีบปลายหลอดไว้ให้สนิท ดังรูป



14. ถังกานหลอดคัลคยาที่มี 2.5 cm.³ มวลของ
อากาศภายในหลอดเป็นเช่นไร ?

- ก. ลดลงครึ่งหนึ่ง ข. มากขึ้นครึ่งเท่า
ค. มากขึ้นสองเท่า ง. ยังคงเท่าเดิม
จ. ยังสรุปไม่ได้

15. ถังกานหลอดคัลคยาที่มี 7 cm.³
อากาศภายในหลอดเป็นเช่นไร ?

- ก. ปริมาตร ความดันและความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
ข. ปริมาตร ความดันและความหนาแน่นลดลง
ค. ปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันและความหนาแน่นลดลง
ง. ปริมาตรลดลง ความดันและความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
จ. ความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรและความหนาแน่นลดลง

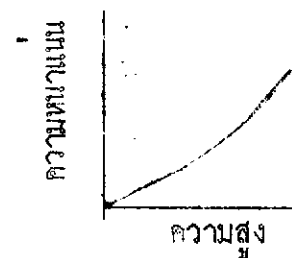
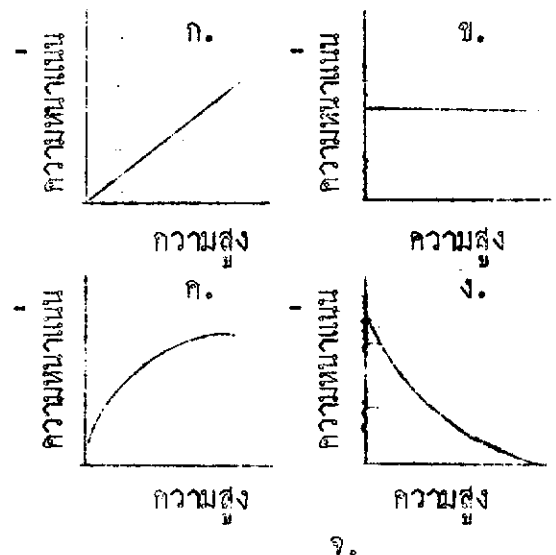
16. ความดันกับความหนาแน่นของอากาศมีความสัมพันธ์
กันอย่างไร ?

- ก. ความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นลดลง
ข. ความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
ค. ความดันลดลง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
จ. ถูกทั้งข้อ ก. ข. และ ค.

17. เมื่อนักเรียนขึ้นที่สูง ๆ เช่น บนภูเขา จะรู้สึก
หอบ ที่เป็นเช่นนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงใน
แรงดันของอากาศ ?

- ก. อุณหภูมิ ข. ความสูง
ค. ปริมาตร ง. ความกดดัน
จ. ไม่มีข้อใดถูก

18. "เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของบรรยากาศ
จะลดลง" จากช้อมูลนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์
ได้ดังกราฟข้อใด ?



25. ข้อใด น่าจะเป็นสารชนิดเดียวกัน ?

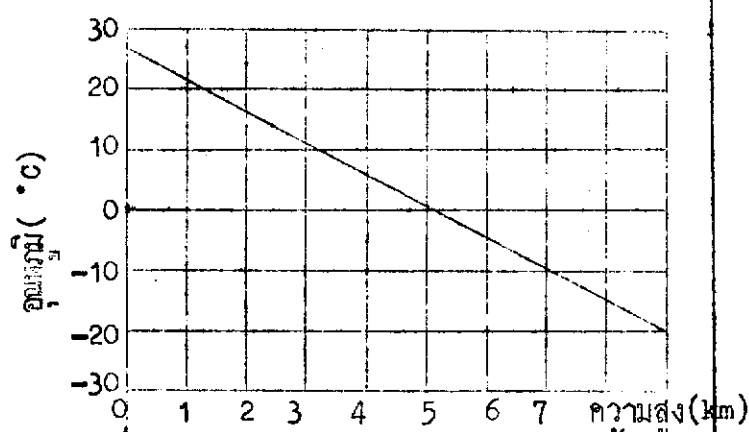
- ก. สาร ก กับสาร ข
- ข. สาร ข กับสาร ค
- ค. สาร ค กับสาร ง
- ง. สาร ข กับสาร ง
- จ. สาร ก กับสาร ง

26. ในเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นดินและพื้นน้ำจะเป็นเช่นไร ?

- ก. เท่ากัน
- ข. ใกล้เคียงกัน
- ค. พื้นดินสูงกว่า
- ง. พื้นน้ำสูงกว่า
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

ใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 27-28

กราฟแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่าง ๆ



27. ที่ระดับความสูง 3 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิของบรรยากาศจะเป็นเท่าไร ?

- ก. 27 องศาเซลเซียส
- ข. 22 องศาเซลเซียส
- ค. 16 องศาเซลเซียส
- ง. 11 องศาเซลเซียส
- จ. 5 องศาเซลเซียส

28. ข้อใดกล่าวถูกต้อง เกี่ยวกับอุณหภูมิของบรรยากาศ ?

- ก. ยิ่งใกล้พื้นดินอุณหภูมิของบรรยากาศจะลดลง
- ข. ยิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิจะสูงขึ้นเพราะเข้าใกล้ดวงอาทิตย์
- ค. อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้พื้นดินสูงกว่าบรรยากาศชั้นสูงขึ้นไป
- ง. อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้พื้นดินและสูงขึ้นไปไม่แตกต่างกัน
- จ. อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นสูงขึ้นไปสูงกว่าบรรยากาศใกล้พื้นดิน

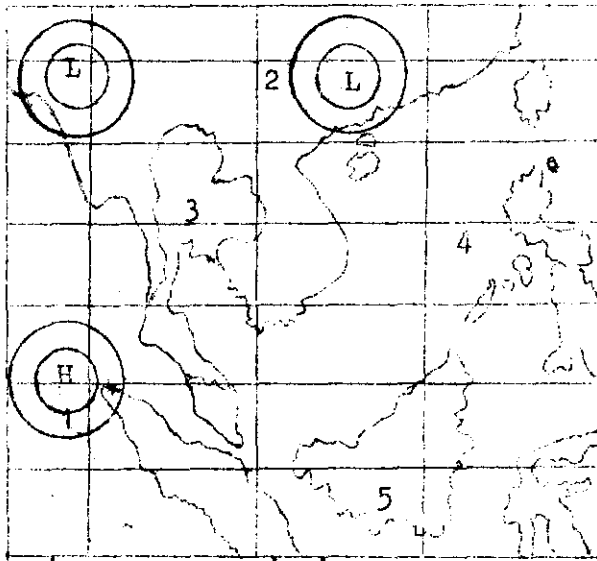
29. ในเวลากลางวัน ความหนาแน่นของอากาศเหนือพื้นดินต่างจากในเวลากลางคืนอย่างไร ?

- ก. กลางวันเท่ากับกลางคืน
- ข. กลางวันมากกว่ากลางคืน
- ค. กลางวันน้อยกว่ากลางคืน
- ง. เป็นไปได้ทั้งข้อ ก. และ ข.
- จ. ยังสรุปไม่ได้

30. คำนวณไฟลอยขึ้นเบื้องบนเสมอ เป็นการยืนยันหลักการข้อใด ?

- ก. มีไฟต้องมီးลม
- ข. ลมพัดขึ้นสู่ที่สูงเสมอ
- ค. คำนวณไฟเบากว่าอากาศ
- ง. อากาศร้อนเบากว่าอากาศเย็น
- จ. อากาศมีการหมุนเวียนตลอดเวลา

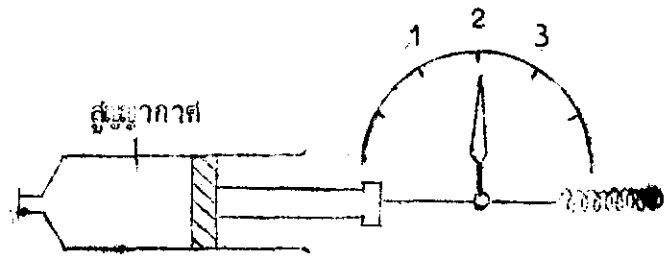
ใช้ภาพนี้ตอบคำถามข้อ 31-32



31. หย่อมความกดอากาศต่ำอยู่บริเวณใด ?
 ก. หมายเลข 11 ข. หมายเลข 2
 ค. หมายเลข 3 ง. หมายเลข 4
 จ. หมายเลข 5
32. ลมพัดเข้าสู่ประเทศไทยทางทิศใด ?
 ก. เหนือ ข. ใต้
 ค. ตะวันออกเฉียงใต้ ง. ตะวันตกเฉียงใต้
 จ. ตะวันออกเฉียงเหนือ
33. "ลมพัดจากตำบล ก ไปตำบล ข"
 จากคำกล่าวนี้ข้อใดถูกต้อง ?
 ก. อุณหภูมิตำบล ก สูงกว่าตำบล ข
 ข. อุณหภูมิตำบล ข สูงกว่าตำบล ก
 ค. ความชื้นบรรยากาศของตำบล ก สูงกว่าตำบล ข
 ง. ความชื้นบรรยากาศของตำบล ข สูงกว่าตำบล ก
 จ. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.

34. ยอดคอยบินบนที่สูง 2565 เมตรจากระดับน้ำทะเล จะมีความกดบรรยากาศประมาณเท่าใด ?
 ก. 233 ม.ม.ปรอท ข. 256 ม.ม.ปรอท
 ค. 325 ม.ม.ปรอท ง. 527 ม.ม.ปรอท
 จ. 670 ม.ม.ปรอท

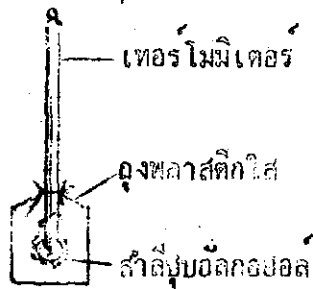
ใช้ภาพนี้ตอบคำถามข้อ 35-36



- รูปภาพแสดงมาโรมิเตอร์อย่างง่าย
 จากเครื่องมือนี้ ถ้าหลอดไข้มีอากาศหลุด
 เข็มจะเบนไปทางหมายเลข 3 และถ้าคั้ง
 ากาศหลุดออก เข็มก็จะเบนไปทางหมายเลข 1
35. ถ้าความกดตันอากาศเพิ่มขึ้น เข็มจะเบนไป
 ทางหมายเลขใด ?
 ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 3
 ค. คงที่อยู่หมายเลข 2 ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
 จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
36. ถ้านักเรียนนำเครื่องมื่อชนิดนี้ขึ้นไปบนภูเขาสูง ๆ
 เข็มจะเบนไปทางหมายเลขใด ?
 ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 3
 ค. คงที่อยู่หมายเลข 2 ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
 จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

ไขข้อสงสัยตามข้อ 37-39

ในการทดลองนำเอาสารส้มอัลกอฮอล์ขึ้นกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์แล้วเอาถุงพลาสติกห่อไว้ ดังรูป



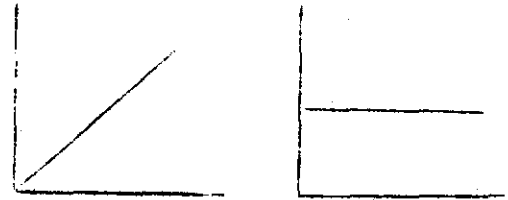
สังเกตการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก ๆ นาที ปรากฏดังนี้

นาที	อุณหภูมิ (°C)
0	27
2	26
4	25
6	25
8	25
10	25

37. เพราะเหตุใด อุณหภูมิจึงคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 4 นาทีแล้ว ?

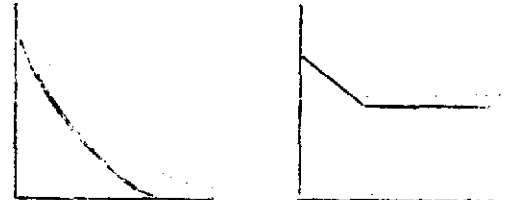
- ก. อัลกอฮอล์ที่ลำไส้ระเหยไม่ได้อีกแล้ว
- ข. อุณหภูมิคงเท่ากับอุณหภูมิภายในถุงแล้ว
- ค. อุณหภูมิคงเท่ากับอุณหภูมิของอัลกอฮอล์แล้ว
- ง. อุณหภูมิภายในถุงเท่ากับอุณหภูมิของอากาศภายนอกแล้ว
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

38. จากข้อมูลที่ให้แกนนั่งเป็นอุณหภูมิ และแกนนอนเป็นเวลา กราฟจะเป็นดังข้อใด ?



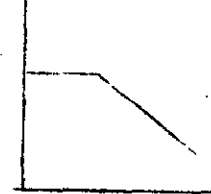
ก.

ข.



ค.

ง.



จ.

39. ถ้าถอดถุงพลาสติกออก จะมีผลเช่นไร ?

- ก. อุณหภูมิจะสูงขึ้นกว่าเดิม
- ข. อัลกอฮอล์จะระเหยได้อีก
- ค. อุณหภูมิจะลดต่ำลงกว่าเดิม
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
- จ. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.

40. ขณะที่มีเหงื่อ เช่นหลังจากการเล่นกีฬา เมื่อมีลมพัดมาจะรู้สึกเย็นสบาย เป็นเพราะเหตุใด ?

- ก. ลมทำให้เหงื่อมีอุณหภูมิต่ำลง
- ข. เหงื่อทำให้ลมพัดมาที่มีอุณหภูมิต่ำลง
- ค. ลมทำให้เหงื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงระเหยได้
- ง. ลมพัดมาที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศบริเวณนั้น
- จ. ลมทำให้เหงื่อระเหยได้เร็วขึ้นจึงพาความร้อนออกไปได้มาก

41. "อากาศชื้น" หมายความว่าอย่างไร ?

- ก. อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 60 %
- ข. มีปริมาณไอน้ำอยู่มากในอากาศ
- ค. อากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้อีก
- ง. ไอน้ำสามารถระเหยได้ทั้งหมด
- จ. อากาศสามารถรับปริมาณไอน้ำได้อีกมาก

42. ที่อุณหภูมิ 28 °C อากาศ 1 m³ สามารถรับไอน้ำได้เต็มที่ 150 g แต่ในขณะนั้นไอน้ำอยู่จริงในอากาศ 90 g อากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์เท่าไร ?

- ก. 50 %
- ข. 55 %
- ค. 60 %
- ง. 65 %
- จ. 70 %

ใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 43-44

ตารางแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิอากาศในหน่วย °C ผลทางของอุณหภูมิ °C	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
2.0	77	81	83	85	86	88
2.5	76	80	82	83	85	86
3.0	72	75	78	80	82	83
3.5	67	72	75	77	79	81
4.0	63	68	71	74	76	78
4.5	58	64	68	71	73	76
5.0	54	60	62	68	71	73
6.0	46	53	57	62	65	68

43. เช้าวันหนึ่งอ่านเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งได้ 33 °C และเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก 29 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นเท่าไร ?

- ก. 56 %
- ข. 63 %
- ค. 68 %
- ง. 71 %
- จ. 74 %

44. จากข้อ 43. ลักษณะของบรรยากาศในขณะนั้นเป็นเช่นไร ?

- ก. มีปริมาณไอน้ำอยู่น้อย
- ข. มีปริมาณไอน้ำอยู่มาก
- ค. อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ
- ง. มีปริมาณไอน้ำอยู่พอเหมาะ
- จ. มีเมฆหมอกอยู่เป็นบริเวณกว้าง

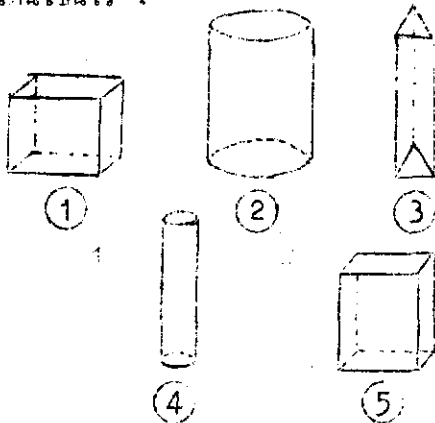
45. เพราะเหตุใด เลื่อนผ้าที่ตากไว้ในฤดูฝนจึงแห้งช้ากว่าในฤดูอื่น ๆ ?

- ก. ไม่ค่อยมีลม
- ข. แสงแดดไม่บ่อยจัด
- ค. ปริมาณไอน้ำในอากาศมีน้อย
- ง. ปริมาณไอน้ำในอากาศมีมาก
- จ. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

46. ถ้าวินิจฉัยมีความชื้นสัมพัทธ์มาก จะเป็นเช่นไร ?

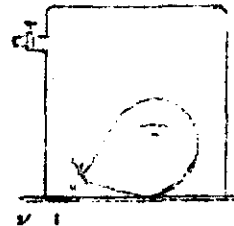
- ก. สดชื่น
- ข. อึดอัด
- ค. เห็นง่าย
- ง. มีเหงื่อออกมาก
- จ. ผิวหนังแห้งแตก

47. เมื่อนำภาชนะขนาดและรูปร่างต่าง ๆ ดังรูปไปรองรับน้ำฝนกลางแจ้ง ระดับน้ำในภาชนะจะเป็นเช่นไร ?



- ก. ระดับน้ำในภาชนะใบที่ 5 สูงที่สุด
- ข. ระดับน้ำในภาชนะใบที่ 4 ต่ำที่สุด
- ค. ระดับน้ำในภาชนะใบที่ 2 ต่ำที่สุด
- ง. ระดับน้ำในภาชนะทุกใบสูงเท่ากัน
- จ. ระดับน้ำในภาชนะใบที่ 1 เท่ากับใบที่ 5

ไขข้อสงสัยก่อนคำตอบ 48-49



กรอบแก้วที่ห่อสำหรับลม
เอาอากาศภายในออกได้
และภายในมีลูกโป่งอยู่
ดังรูป

48. ถ้าค่อย ๆ สูบอากาศภายในกรอบแก้วออก จะเกิดผลถึงข้อใด ?

- ก. ลูกโป่งจะแตกทันที
- ข. ลูกโป่งจะเล็กลงกว่าเดิม
- ค. ลูกโป่งจะใหญ่ขึ้นกว่าเดิม
- ง. ลูกโป่งจะลอยขึ้น
- จ. ไม่มีผลใด ๆ ต่อลูกโป่งเลย

49. ถ้าลูกโป่งคือร่างกายของเรา การขึ้นภูเขาสูง ๆ เปรียบได้กับข้อใด ?

- ก. การแทรกของแก้วลงในน้ำร้อน
- ข. การนำกรอบแก้วแช่ในน้ำแข็ง
- ค. การสูดอากาศออกจากกรอบแก้ว
- ง. การอัดอากาศเข้าไปในกรอบแก้ว
- จ. การนำกรอบแก้วไปตั้งไว้กลางแดด

50. ถ้าโลกไม่มีบรรยากาศห่อหุ้มไว้ จะมีผลต่อโลกอย่างไร ?

- ก. ไม่มีสิ่งมีชีวิต
- ข. พื้นโลกจะร้อนจัดในเวลากลางวัน
- ค. พื้นโลกจะมีหิมะปกคลุมในเวลากลางคืน
- ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.
- จ. ถูกทั้งข้อ ก., ข. และ ค.

ตาราง 14 ค่า p และ r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	.73	.36	.55	.38	26	.73	.14	.42	.59
2	.64	.27	.45	.38	27	.91	.50	.73	.50
3	.55	.23	.38	.34	28	.68	.32	.50	.36
4	.59	.27	.43	.33	29	.64	.18	.40	.48
5	.64	.18	.40	.48	30	.50	.19	.33	.36
6	.59	.23	.40	.37	31	.73	.27	.50	.46
7	.73	.27	.50	.46	32	.45	.09	.25	.46
8	.55	.18	.36	.40	33	.73	.32	.53	.41
9	.68	.18	.42	.51	34	.91	.18	.56	.72
10	.45	.27	.36	.20	35	.64	.27	.45	.38
11	.86	.45	.67	.45	36	.64	.23	.43	.42
12	.91	.41	.69	.56	37	.64	.41	.53	.23
13	.81	.14	.47	.66	38	.81	.41	.62	.42
14	.41	.23	.32	.21	39	.45	.27	.36	.20
15	.86	.39	.46	.75	40	.64	.41	.53	.23
16	.95	.23	.63	.74	41	.68	.45	.57	.24
17	.91	.55	.75	.46	42	.55	.18	.36	.40
18	.68	.18	.42	.51	43	.55	.18	.36	.40
19	.55	.05	.26	.61	44	.81	.23	.52	.57
20	.59	.27	.43	.33	45	.68	.09	.36	.62
21	.59	.18	.38	.43	46	.59	.23	.40	.37
22	.95	.59	.80	.52	47	.59	.14	.35	.49
23	.73	.45	.59	.29	48	.91	.18	.56	.72
24	.68	.27	.47	.41	49	.64	.36	.50	.28
25	.64	.27	.45	.38	50	.45	.27	.36	.20

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของทัศนีย์ พฤษชลธาร

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่

คำแนะนำในการตอบแบบทดสอบ

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 3 ข้อ
2. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้านักเรียนตอบได้มาก ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น หรือตอบในเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
3. ข้อสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันที แล้วเตรียมทำข้อต่อไป
4. เขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อ 1) "สมมติว่า"

เหตุการณ์ข้างล่างนี้เป็นเหตุการณ์ซึ่งยังไม่เกิดขึ้น เราจะสมมติว่ามันเกิดขึ้น กิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสตัดสินใจบนการ ทาคะเนทุกอย่างที่น่าตื่นเต้น ที่อาจจะเกิดได้ ถ้าเหตุการณ์ที่สมมตินี้เป็นจริง

ให้นักเรียนคิดว่า เหตุการณ์ที่บรรยายข้างล่างนี้เกิดขึ้นจริง ๆ แล้วลองดูว่า จะมีอะไรเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์นี้บ้าง ให้พยายามคิดหรือทาคะเนโดยมีเหตุผล ประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ไม่ต้องกลัวว่าจะผิดเพราะจะไม่มีคำตอบใดที่ดีกว่าผิด แต่จะพิจารณาว่าคำตอบที่น่าสนใจและที่คนอื่นคิดไม่ถึง ดังนั้นจงคิดให้แปลกใหม่และน่า ตื่นเต้นมากที่สุด

สมมติว่าบนโลกควีนนาแน่มากจนถนนมองเห็นกับแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ?

จงเขียนความคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ พร้อมทั้งอ้าง

เหตุผลประกอบ

1)

เหตุผล

2)

เหตุผล

3)

เหตุผล

.

.

.

ข้อ 2) "หิ้งไข่"

ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะหิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) ๑ ฟอง
ลงมาจากตึกชั้น 3 โดยที่เมื่อไข่ถึงพื้นดินนั้นไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ
ช่วยก็ได้)

พยายามคิดวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ อธิบายวิธีที่
นักเรียนคิดได้ในที่ว่างข้างล่าง

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

ข้อ 3) "ปลา ทอง"

จะเอาปลาทองไปทดลองอะไรได้บ้าง ?

ถ้านักเรียนมีอ่างเลี้ยงปลาและปลาทอง(ที่ยังมีชีวิตอยู่) 1 ตัว นักเรียนจะสามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างไรได้บ้าง โดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บถึงพิการหรือตาย

ให้คิดหาวิธีทดลองที่แปลก ๆ ให้มากที่สุด อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ ด้วย นักเรียนจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใดประกอบการทดลองด้วยก็ได้ (คู่มืออย่าง)

1) ต้องการศึกษาว่าถ้าอากาศน้อยลง ปลาจะจมน้ำหรือจะลอยน้ำได้ขึ้น

การทดลอง เอาครอบแก้วที่มีหลอดอากาศออกจากรอบอ่างปลาไว้ แล้วสูบลมอากาศออกเรื่อย ๆ คอยสังเกตรระดับของตัวปลาว่าจะลอยสูงขึ้นหรือจะจมน้ำลง

2)

การทดลอง

.....

.....

3)

การทดลอง

.....

.....

.

.

.

การศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

ชาญชัย กิจสวัสดิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2529

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

6. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

A STUDY ON THE EFFECTS OF FORMULATING HYPOTHESIS SKILL PRACTICE
IN TEACHING SCIENCE UPON MATHAYOM SUKSA I STUDENTS'
SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND CREATIVE THINKING

AN ABSTRACT

BY

CHANCHAI KITSAWAD

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1986

The purpose of this study was to investigate the effects of formulating hypothesis skill practice in teaching science upon Mathayom Suksa I students' scientific achievement and creative thinking.

The subjects were 120 Mathayom Suksa I students of Wattraikingvittaya School, Samphran district, Nakronpathom province, during the first semester of the 1986 academic year. They were assigned into the experimental group I, the experimental group II and the control group with 40 students in each. The experimental group I was taught through the scientific equipment displays; whereas the experimental group II was taught through pictures or charts; the control group was taught through discussion methods in the teacher's manual to formulate hypothesis skill practice in teaching science.

The results indicated that.

1. The science achievement of the experimental group I and the control group was significantly different at the .05 level; whereas that of the experimental group II and the control group was not significantly different. Besides, the science achievement of the experimental group I and the experimental group II was not significantly different.

2. The scientific creative thinking of the experimental group I and the experimental group II was significantly different from that of the control group at the .05 level; whereas that of the experimental group I and the experimental group II was not significantly different.

3. The originality of the scientific creative thinking of the experimental group I, the experimental group II and the control group was not significantly different.

4. The fluency and flexibility of the scientific creative thinking of the experimental group I and the experimental group II were significantly different from those of the control group at the .05 level; whereas those of the experimental group I and the experimental group II were not significantly different.

5. The science achievement in the posttest of the experimental group I and the experimental group II was significantly higher than that in the ~~pre~~test at the .01 level.

6. The scientific creative thinking in the posttest of the experiment group I and the experimental group II was significantly higher than that in the pretest at the .01 level.