

การศึกษาลักษณะที่เด่นชัดของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ที่เรียนด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
และไม่กำหนดแนวทาง

ปริญญานิพนธ์

ของ

อารายา แสงไชย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

176845

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปัญหานี้นพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒไท

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....
..... ประธาน

..... กรรมการ

คณะกรรมการสอบ

.....
..... ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพมูลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิญญา วิชาลาภรณ์ กรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ชุตินา วัฒนศิริ ผู้ซึ่งได้ประสาทความรู้ ให้คำแนะนำ กำลังใจ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัย มีความซาบซึ้งในความมีน้ำใจและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง อาจารย์ศรีนภา อรัญญาเกษมสุข และอาจารย์เบญจวรรณ สมพงษ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตและน้องนิสิตปริญญโท เอกการมัธยมศึกษา ตลอดจน ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นกำลังใจ จนทำปริญญานิพนธ์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อารายา แสงไชย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะ	11
	การทดลองแบบกำหนดแนวทาง	19
	การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง	20
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ...	23
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	33
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	33
	ลำดับขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์	35
	การสอนวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์	38
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	42
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนและความคิดสร้างสรรค์	47
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	50

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	52
	กลุ่มตัวอย่าง	52
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	53
	วิธีดำเนินการทดลอง	58
	แบบแผนการวิจัย	58
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	61
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
5	สรุปผล อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	72
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	72
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	73
	กลุ่มตัวอย่าง	74
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	74
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	74
	การวิเคราะห์ข้อมูล	75
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	76
	อภิปรายผล	78
	ขอเสนอแนะ	83
	ขอเสนอแนะทั่วไป	83
	ขอเสนอแนะเพื่อการวิจัย	83
	บรรณานุกรม	85
	ภาคผนวก	95

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงแบบแผนการวิจัย 1	58
2	แสดงแบบแผนการวิจัย 2	59
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	64
4	ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มควบคุม ...	64
5	ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มทดลอง ...	66
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	67
7	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด คล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม	68
8	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิด ยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม...	69
9	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิด ริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ..	70

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	เปรียบเทียบการสอนทั้ง 2 รูปแบบ	8
---	--------------------------------------	---

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ตระหนักกันแล้วว่า การดำเนินชีวิตของมนุษย์ในสังคมปัจจุบัน ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย เนื่องจากสภาพสังคมเปลี่ยนแปลงไปเกิดปัญหาต่าง ๆ ความวุ่นวาย เช่น ปัญหาประชากร ปัญหามลภาวะเป็นพิษ ปัญหาขาดแคลนอาหาร กัง แอด บอลซิง (Bossing. 1958 : 91) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงในสังคมย่อมเกิดความยุ่งยากสับสน ตลอดจนมีสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาแก่บุคคลในสังคม ซึ่งจะต้องหาทางออกหรือวิธีแก้ปัญหาดัง ๆ และคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพทันต่อเหตุการณ์ ตามที่ กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 20) กล่าวว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องฉับไวที่จะรับรู้ปัญหา มองเห็นปัญหา มีความไว้วางใจ สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ ใฝ่หา สามารถสร้างหรือแสดงความคิดใหม่ ๆ และปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ส่วน ชม ภูมิภาค (ชม ภูมิภาค 2516 : 217 - 218) กล่าวเสริมว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาขั้นสูง นอกจากนี้ การ์น และ ซันด์ (Garin and Sund. 1971 : 107) ได้เน้นถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่สำคัญอันหนึ่งของมนุษย์ ที่จะทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น ฉะนั้นในการพัฒนามนุษย์ให้สามารถดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข จึงควรพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวของมนุษย์เป็นอันดับแรก

การที่จะพัฒนามนุษย์ได้นั้นองค์การการศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา (เจริญผล สุวรรณโชติ 2526 : 10) เพราะการศึกษาเป็นกิจกรรมของชีวิต เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตให้สูงขึ้น มนุษย์จะพัฒนาได้ก็ด้วยการศึกษา (พจน์ สะเพียรชัย 2526 : 3) การศึกษาเพื่อความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็น

ในสังคมปัจจุบัน (อารี สันตวิ 2510 : 204) ซึ่งความสามารถในการสร้างสรรค์นี้ สามารถพัฒนาขึ้นได้ การพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์นั้น ควรเป็นเป้าหมาย ประการแรกของการศึกษา (McCandless. 1973 : 216 - 217)

ปัจจุบันการจัดการศึกษาในประเทศไทย จึงเปลี่ยนไปตามสภาพของปัญหา โดยมีจุดหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังปรากฏในจุดหมายหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 2) ช่วยให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หา ความรู้ ทักษะ รู้จักคิด และวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ และวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่กำหนดจุดหมายได้ชัดเจนตรงเป้าหมาย ของหลักสูตรใหญ่ ดังที่ จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช 2525 : 53) กล่าวถึงจุดหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ว่า เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผลสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เนื่องมาจาก ธรรมชาติ และ โครงสร้างของวิทยาศาสตร์เอื้อต่อการฝึกให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้อย่างเต็มที่ดัง ปรีชา ชูวงศ์ศิริ (ปรีชา ชูวงศ์ศิริ 2525 : 240) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ในความหมายที่เข้าใจกันในปัจจุบันเน้นทั้งส่วนที่เป็นความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความหมายวิทยาศาสตร์จะไม่สมบูรณ์ หากกล่าวถึงส่วนใดส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ก็กล่าวข้างต้น แต่เพียงส่วนเดียวทั้งนี้ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตที่ได้จากการให้ความสนใจที่จะหาคำตอบต่อ สิ่งที่เป็นปัญหา โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับพิท และซันด์ (Plitz and Sund. 1968 : 1) ว่าเคมีวิทยาศาสตร์เต็มไปด้วยความรู้ เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎี และการนำเอาเทคโนโลยี มาใช้ ยังมุ่งแต่การเขียนสรุปผล ในรูปของความรู้ซึ่งค้นพบแล้ว และได้รับการพิสูจน์ ว่าเป็นจริง แต่วิทยาศาสตร์ปัจจุบันเน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ โครงสร้าง ความเป็นเอกภาพทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาอย่างเดียวยังไม่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ได้ดี วิธีสอนจึงเปลี่ยนไปด้วย จากวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนใช้วิธีท่องจำและหาข้อยืนยัน

ในการปฏิบัติการ ถ้าเปลี่ยนไปเป็นวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนรู้จักคิดค้นหาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง ก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้

คณะรัฐบาลไทยจึงจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใหม่ ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมปัจจุบัน โดยกำหนดวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เป็นแบบสืบเสาะ ซึ่ง มานี จันทวิมล (มานี จันทวิมล 2520 : 9) กล่าวว่า กิจกรรมหลักในการสอนแบบนี้ คือ การทดลองและอภิปรายร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับครู ในขณะที่ทำการทดลองนักเรียนใช้ทักษะการสังเกต การดำเนินการทดลอง การอภิปรายและการสรุป จึงนำนักเรียนไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญในบทเรียนนั้น ๆ จะเห็นว่า กิจกรรมที่จัดขึ้นนี้ เป็นกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (Structure Laboratory) ดัง สุวัณก์ นิยมคำ (สุวัณก์ นิยมคำ 2517 : 143 - 145) กล่าวไว้ว่า เป็นการทดลองที่ครูกำหนดปัญหา และอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารถหาคำตอบออกมาได้ ซึ่งการสอนแบบนี้ไม่ส่งเสริมความคิดนักเรียนเท่าที่ควร และได้เสนอแนะวิธีสอนอีกแบบหนึ่ง คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructure Laboratory) ว่าเป็นการสอนที่พัฒนาความคิดขั้นสูงสุด พัฒนานิสัยและสร้างความรู้ใหม่เป็นการสอนที่ให้นักเรียน กำหนดปัญหาวางแผนการทดลอง ออกแบบการทดลองเอง สอดคล้องกับ วอสตัน และโรเมย์ (Romey. 1968 : 63, Washton. 1967 : 101) ที่ว่าการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหรือการทดลองที่เปิดกว้าง นอกจากนี้ สุเทพ อุตสาหะ (สุเทพ อุตสาหะ 2526 : 73) กล่าวว่า การเรียนการสอนในประเทศไทยเราน่าจะเป็นแบบนี้

จากผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ (สุมาลี กาญจนชาติ 2525 : 3 อ้างอิงมาจาก Torrance. 1966) พบว่า วัยที่คิดอย่างสร้างสรรค์ได้ คือ ช่วงอายุ 11 - 15 ปี สอดคล้องกับแนวคิดทางทฤษฎี พัฒนาการของ เปียเจต์ และบรูเนอร์ (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 7

อ้างอิงมาจาก Piaget และ Bruner, 1963) ที่ว่าเด็กวัยนี้สามารถคิดหาเหตุผล แต่อาจไม่ใช่เหตุผลดังที่ผู้ใหญ่คิด ดังนั้นครูอาจทราบเหตุผลของเด็กได้ด้วยการกระตุ้นให้มีการแสดงความคิดอย่างอิสระ ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีอายุเฉลี่ยประมาณ 13 - 14 ปี ส่วนผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องวิธีสอน นฤมล ยุคาคม (นฤมล ยุคาคม 2522 : 58) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพิจารณาวิธีใดที่เกื้อหนุนขึ้นอยู่กับสภาพของโรงเรียนและตัวนักเรียน ซึ่ง นฤมล ยุคาคม ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษา

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษามลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจะทำการวิจัยกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

4.1 เพื่อเปรียบเทียบความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

4.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

4.3 เพื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้านี้ จะทำให้ทราบถึงผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ในด้านที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. ผลการศึกษาค้นคว้านี้ จะช่วยให้ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้แก่ ครูผู้สอน ศึกษานิเทศก์ ผู้บริหารการศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร ได้เห็นความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวแปรอิสระ คือ การสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง

1.2 การจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

2. ตัวแปรตาม

2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษา

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง อำเภอพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2528 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 500 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง (ม.2) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ห้องละ 30 คน รวมทั้งหมด 60 คน

3. เนื้อหาที่ใช้สอน

เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปีพุทธศักราช 2521 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

4. ระยะเวลาที่ใช้สอน

ระยะเวลาที่ใช้สอน 16 คาบ โดยสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบเสาะ หมายถึง การสอนโดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งครูเป็นผู้เร้าให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจ แก่ปัญหาทั้งสมมติฐาน นักเรียนทำการทดลอง สังเกตบันทึกข้อมูล ที่ความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. สถานการณ์ปัญหา หมายถึง ข้อความทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปภาพ แผนภูมิ กราฟการสาธิตการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างประกอบกันเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และเกิดปัญหา

3. การสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ เพื่ออธิบายให้นักเรียนทราบถึงปัญหาวิธีทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองตามแนวทางที่ครูกำหนด แล้วครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง

4. การสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง หมายถึง การเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนดำเนินรายการดังต่อไปนี้

4.1 ระบุปัญหา

4.2 กำหนดวิธีทำการทดลอง (ที่สมมติฐาน)

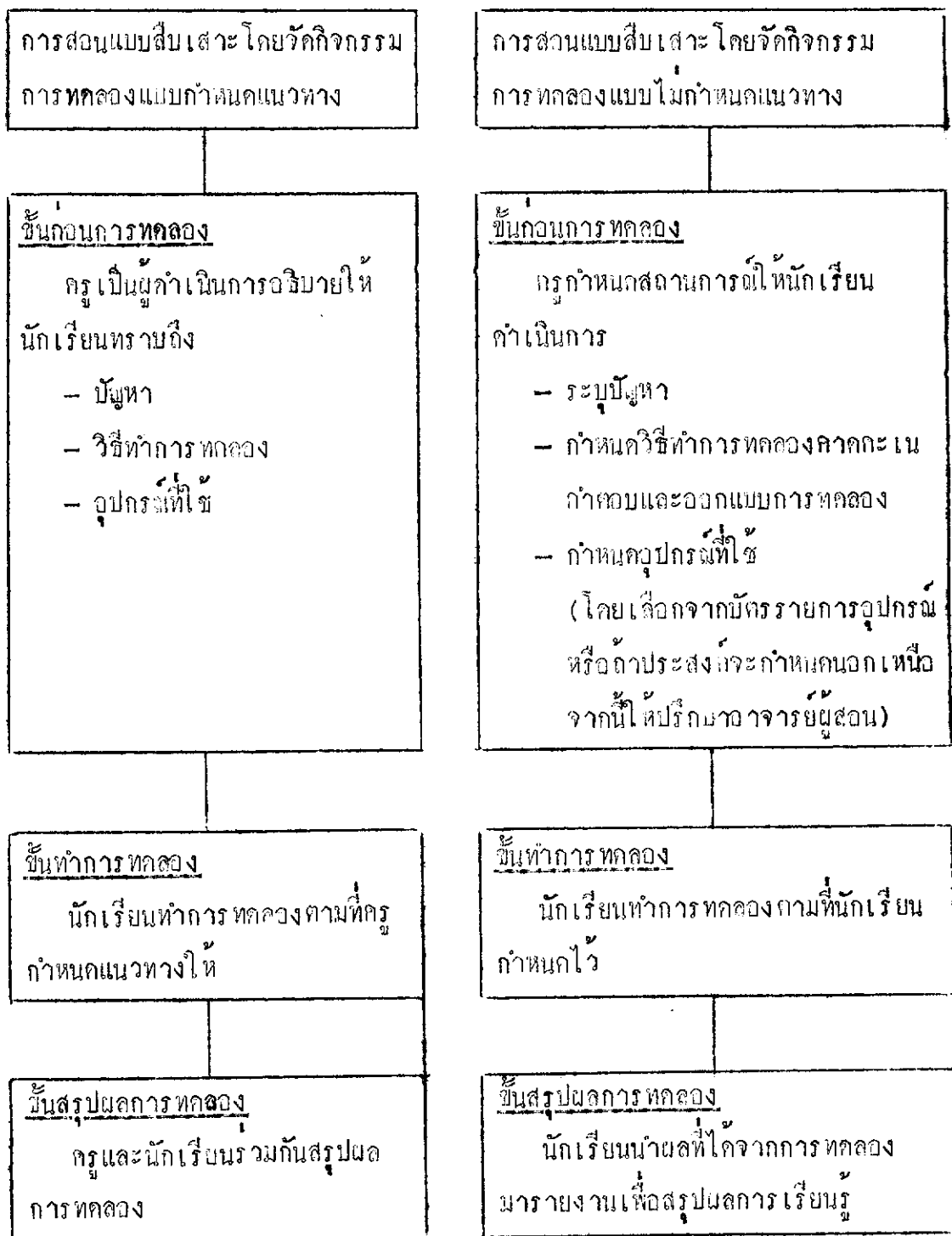
4.3 กำหนดวิธีรวบรวมข้อมูล

4.4 กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ โดยครูกำหนดบัตรรายการอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ให้ แต่ถ้านักเรียนประสงค์จะใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม ขอให้ปรึกษากับอาจารย์ผู้สอน

4.5 นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ตามข้อ 4.1 - 4.4

4.6 นักเรียนนำผลการทดลองมารายงานต่อหน้าชั้น เพื่อสรุปผลการเรียนรู้

การสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางดังกล่าวนี้ ได้ทำแผนภูมิเปรียบเทียบขั้นตอนของการสอนทั้ง 2 รูปแบบ คือ



ภาพประกอบ 1 เปรียบเทียบการสอนทั้ง 2 รูปแบบ

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลายทิศทาง ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ มีความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และมีความคล่องในความคิด (Fluency)

5.1 ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัด

5.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

5.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบต่าง ๆ

6.1 ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบได้มากในเวลาจำกัดในทางวิทยาศาสตร์

6.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในทางวิทยาศาสตร์

6.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่มในทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทศนีย์ พฤษณชลธาร สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนผู้วิจัยได้เขียนไว้แล้ว ในชั้นดำเนินการวิจัย

7. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

7.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการกระทำ
 สิ่งต่อไปนี้ การสร้างสมมติฐานที่เป็นการสรุปรวบยอดจากการสังเกตหรือการสรุป
 อ้างอิงได้ สร้างและแสดงให้เห็นวิธีที่จะตรวจสอบสมมติฐานได้ สามารถแยกและ
 สังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้ สามารถปรับปรุง
 สมมติฐานได้หลังจากการสังเกตหรือภายหลังการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้

7.2 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการทดสอบสมมติฐาน
 ซึ่งเริ่มตั้งแต่ การออกแบบการทดลอง การเลือกอุปกรณ์ การเลือกใช้เครื่องมือ
 อย่างถูกต้อง การดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่

7.3 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถ
 ในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตารางกราฟ แผนภูมิ หรือ
 รูปต่าง ๆ รวมทั้งสามารถบอกความหมายของข้อมูลเชิงสถิติด้วย ทักษะการตีความหมาย
 ข้อมูลนั้น จะนำไปสู่การทำความเข้าใจความเห็นจากข้อมูลหรือการตั้งสมมติฐาน ส่วน
 การลงข้อสรุปนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้อ้างอิงสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์
 ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

ดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แยกตามหัวข้อ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะ

1.1.1 การทดลองแบบกำหนดแนวทาง

1.1.2 การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

1.3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

1.3.2 ลำดับขั้นตอนของการคิดสร้างสรรค์

1.3.3 การสอนวิทยาศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนและทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนและความคิดสร้างสรรค์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะ

วงการศึกษาไทย พยายามที่จะใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะแตกต่างกันออกไป ทั้งที่เป็นวิธีสอนแบบเดียวกัน ทั้งที่ สุรวุฒิ สุจินโจน์ และพรพิมล ชาดูชัยเชาวน์วิวัฒน์ (สุรวุฒิ สุจินโจน์ 2523 : 10 พรพิมล ชาดูชัยเชาวน์วิวัฒน์ 2525 : 11)

กล่าวไว้ว่ามีหลายชื่อ เช่น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบสืบสอบ การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ฯลฯ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย การสอนแบบนี้หลายทีละกัน คือ

ซุกแมน (สนใจ อ่องสุวรรณ 2515 : 10 อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) กล่าวว่า วิธีการสืบเสาะ-สอบสวน นั้น แบ่งออกเป็นกิจกรรมได้ 4 กิจกรรม

1. กิจกรรมการค้นหาคำ (Searching)
2. กิจกรรมรวบรวมและประเมินข้อมูลเข้าด้วยกัน (Data Processing)
3. กิจกรรมการค้นพบ
4. กิจกรรมนำเอาสิ่งที่ได้ค้นพบแล้วไปใช้อย่างถูกต้อง

กานเบ และชวบ (สนใจ อ่องสุวรรณ 2515 : 12 - 16 อ้างอิงมาจาก Gagne. 1968, Schwab. 1968) กล่าวว่า การสืบสวน-สอบสวน เป็นชุดกิจกรรมหนึ่งเป็นคุณสมบัติที่ใช้แก้ปัญหา เมื่อเผชิญหน้ากับปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่ท้าทายให้คิด และเป็นการสอนที่ได้เกิดการเรียนรู้ 4 ประการ ดังนี้

1. ความรู้เกิดจากการแปลความหมายของข้อมูล
2. การค้นหาข้อมูลนั้น ต้องอาศัยรากฐานจากความคิดรวบยอดเปลี่ยนความรู้ที่ไ้มาก็เปลี่ยนด้วย
3. ความรู้จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีเหตุผลที่สม่ากักกัน ซึ่งเป็นไปได้ เมื่อรู้ดีกว่า และรู้มากกว่าที่เคยรู้

กู๊ด และรูเธอร์ฟอร์ด (Good. 1973 : 303, Rutherford. 1968 : 264 - 265) มีความเห็นที่เหมือนกันว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ (Teaching Science as Inquiry) มีความหมาย 2 นัย คือ

1. คือ การสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นการสอนสืบสอบหาความรู้เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งที่รวมอยู่ในวิทยาศาสตร์ ในการจัดการให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่าง

โดยการกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้โดยการถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบโดยตนเอง

2. คือ การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น (Problem - solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถ่องแท้เป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาคำตอบอย่างชัดเจน ประเด็นหลักที่ความหมายภายใต้สถานการณ์แวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด (Ideal Circumstances) การใช้วิธีการอย่างฉลาด (Brilliant Leaps) สามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

ความหมายทั้ง 2 นัยนี้ มีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

<u>ความหมายนัยที่ 1</u>	<u>ความหมายนัยที่ 2</u>
1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความปรารถนาที่จะค้นคว้าหาความรู้เอง 2. ครูพยายามให้นักเรียนใช้คำถามเป็นสื่อในการหาความรู้ และให้นักเรียนค้นหาคำตอบให้พบโดยตนเอง	1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น 2. นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ซันด์ และโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 62 - 68) กับคาร์น และซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 98 - 104) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะ หมายถึง การสอนเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้กระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ หรือพฤติกรรมเหมือนนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการทดลองหลาย ๆ วิธีการ เพื่อสืบค้นถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ

การสอนแบบสืบเสาะ มีพื้นฐานจากการสอนแบบค้นพบ (Discovery) ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองในการค้นหาสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรยุทธ วิเชียรโชติ (ธีรยุทธ วิเชียรโชติ 2514 : 55 - 62) กล่าวถึงการสอนแบบนี้ว่าคือขบวนการสืบสวน และสอบสวน เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะคุณสมบัติและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

จริยา สุจารีกุล (จริยา สุจารีกุล 2520 : 1) กล่าวว่า เป็นวิธีสอนที่นักเรียนจะเป็นผู้หาวิธีการที่เรียนรู้ เพื่อเผชิญปัญหานักเรียนจะเป็นผู้เลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา และทดลองด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่ช่วยจัดสถานการณ์และอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน นอกจากนี้ครูอาจช่วยเราความสนใจของนักเรียน และเสริมกำลังใจด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ อนันต์ จันทรภักดิ์ (อนันต์ จันทรภักดิ์ 2523 : 6) ตรงที่เน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา แต่ต่างกันในเรื่องที่เน้นแนวคิดเพิ่มเติมต่อไปอีกว่า การสอนแบบสืบเสาะนี้เป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุเทพ อุทสาหะ (สุเทพ อุทสาหะ 2526 : 72) กล่าวว่า เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้เกิดพบความจริง เหตุผล ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ โดยเอง จากการเก็บข้อมูล สังเกต พิจารณาหาเหตุผลจนเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ ครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสังเกตแล้วตั้งปัญหาขึ้น เมื่อได้ปัญหาแล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหาโดยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อนต่อไป จึงใช้ข้อมูลเหตุผลตัดสินและเลือกสมมติฐานที่อาจเป็นไปได้ จากนั้นหาทางพิสูจน์สมมติฐาน ซึ่งอาจพิสูจน์โดยการทดลอง หรือโดยการซักถามหรือหาข้อมูล

ความหมายต่าง ๆ ของการสอนแบบสืบเสาะ ที่กล่าวมาแล้วพอจะสรุปได้เป็นแนวทางที่คล้าย ๆ กัน คือ การสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเอง โดยเริ่มจากปัญหาและการแก้ปัญหาอาจจะต้องอาศัยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เข้าช่วย

การสอนแบบสืบเสาะมีรากฐานมาจาก ทฤษฎีทางจิตวิทยาของปีอาเจต์ (Piaget) ดัง พรหม ชูทัย (พรหม ชูทัย 2522 : 190) กับ ยุพา อนันตสินธุ์ (ยุพา อนันตสินธุ์ 2515 : 15 - 16) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การใช้ Inquiry เป็นความพยายามของนักจิตวิทยาชาวสวิส และนักการศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ระดับทักษะในการเรียนรู้ เป็นความพยายามที่จะสอนให้รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา การใช้ Inquiry จะก่อให้เกิดการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of learning) ซึ่งการถ่ายโยงความรู้ หมายถึง การนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วในอดีตมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือนำมาใช้สัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบันหรือในอนาคต การเรียนรู้ใหม่มีผลต่อการเรียนรู้ใหม่ และทฤษฎีทางจิตวิทยาที่จะช่วยการถ่ายโยงความรู้ นั้น ก็คือทฤษฎีการเรียนรู้ ของ ปีอาเจต์ (Piaget) ซึ่งมีดังนี้

ขั้นที่ 1 (Assimilative Structure) เป็นโครงสร้างของ Assimilation คือการเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ในขั้นเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยการใส่ความรู้เดิมเป็นแนวทางการคิด เช่น ครูถามว่า สัตว์ชนิดหนึ่งมีสี่ขา ชอบกินปลาเป็นอาหาร สัตว์นั้นคืออะไร เด็กจะตอบว่า "แมวไซ้ใหม่" การที่เด็กตอบเช่นนั้นเพราะเด็กนำความรู้ที่เกี่ยวกับแมวมาใช้ ถ้าครูตอบว่าไม่ใช่ เด็กจะเกิดปัญหาของใจ (Conceptual Conflict) ขึ้น และทราบว่าความรู้เดิมไม่สามารถนำอธิบายได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure คือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม ถ้าไม่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ ๆ ได้ เช่น ตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วเด็กอาจขยายสังกัด (Concept) ของสัตว์ชนิดหนึ่ง ที่กินปลาวัว มีสัตว์หลายชนิดไม่ใช่มีแค่แมว เดิมเด็กทราบดีว่ามีแค่แมว ต้องขยายสังกัด (Concept) และโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ เป็นโครงสร้างของขบวนการ Inquiry โครงสร้างทั้งสองนี้แนะนำให้เรารู้จักกับแนวทาง เขามาช่วย คือ การนำเอา Accommodative Structure หรือ Accommodation

เข้าช่วยทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ Accommodation ให้เด็กถามเกี่ยวกับธรรมชาติ การสังเกตเป็นส่วนใหญ่เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างออกไปเกิดสิ่งกัป (Concept) ใหม่ ๆ ให้เด็กพร้อมที่จะรับรู้

การสอนแบบสืบเสาะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการสร้างสิ่งกัป (Concept formation Process) คือ ขั้นตอนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (Defining attributes) ของสิ่งกัปต่าง ๆ ส่วนมาก ใช้การคิดแบบวิเคราะห์และแบบแยกประเภท ซึ่งตรงกับขั้นสังเกต (Observation)

2. ขั้นตอนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งกัป หรือตัวแปร หรือสิ่งกัปรวม (Theoretical Construct) ส่วนมากใช้ การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และแบบอ้างอิง เป็นการสอนให้เด็กรู้จักอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรสิ่งกัป อย่างมีเหตุผลตรงกับ ขั้นตอนอธิบาย (Explanation)

3. ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) เป็นขั้นตอนการสำหรับทดสอบ และพิสูจน์สมมติฐานที่ได้จากทฤษฎี โดยการทดลองชักถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วมาประเมินผลสรุปว่า สมมติฐานนั้นใช่หรือไม่ ส่วนมากใช้ การคิดแบบสังเคราะห์ และแบบวิจารณ์ญาณ และแบบประเมินผล ซึ่งตรงกับขั้น พยากรณ์คาดคะเน

4. ขั้นตอนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือ ขั้นตอนที่นำ ความรู้ขั้นพื้นฐานที่ได้เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ หลายวิธี และ แนวใหม่ เป็นสื่อในการสอบสวนขั้นต่อไป ส่วนมากใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ การคิดแบบสังเคราะห์ตรงกับขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity)

นอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะยังเป็นขั้นตอนการวิจัยขั้นต้น ซึ่งต้องใช้ขั้นตอน อยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้างสิ่งกัม (Concept) และคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้มาจากการสังเกต
2. การอธิบาย (Explanation) ใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากเหตุผลเพื่ออธิบาย
3. ทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมติฐาน โดยใช้วิธีการทำนายเพื่อผู้ที่จะได้รวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน นั้น
4. การคิดสร้างสรรค์ (Control and Creativity) นำความรู้ที่ได้รับมาผสมผสานกันเป็นโครงสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นตอนทั้ง 4 นี้ ชี้ให้เห็นถึงลักษณะที่เป็นการวิจัยเบื้องต้น แต่ก็ได้หมายความว่า การสอนแบบสืบเสาะจะเหมือนกับการวิจัย ดัง ซันด์ (Sund. 1967 : 9 - 12) กล่าวว่า มักมีคนเข้าใจผิดพลาดเสมอ ระหว่างการสืบเสาะ (Inquiry) กับการวิจัย (Research) การสืบเสาะไม่ใช่การวิจัย เพราะการวิจัยใช้วิธีการวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาที่ไม่มีคนตอบมาก่อน แต่การสืบเสาะไม่จำเป็นต้องแสวงหาคำตอบแบบนั้น นักเรียนใช้วิธีการวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาคำตอบ แต่ไม่ใช่มุ่งตอบปัญหาที่ไม่มีใครตอบมาก่อน

อย่างไรก็ตาม เราก็พอจะเห็นแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแล้วว่า ต้องมีจุดหมายอยู่ 3 ช่วง คือ การสืบเสาะ (Inquiry) ที่จะนำไปสู่การค้นพบ (Discovery) เมื่อค้นพบถึงขั้นที่จะนำไปใช้เพื่อประดิษฐ์และสร้างสรรค์ ดังแผนผัง

Inquiry → Discovery → Invention

การสอนแบบนี้จะลดการพูดของครู ครูจะทำหน้าที่ใหม่คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ ดังคำนิยามที่กล่าวว่า "การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เป็นไปตามจุดหมาย" ดังนั้นการสอนจึงเป็นการจัดประสบการณ์ เพื่อให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตรงกับปรัชญาของ John Dewey คือ "Learning by doing" ครูจะเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเป็นฝ่ายแสดง เติมครูทำหน้าที่เป็นโจทก์ซัก จำเลยคือ

นักเรียน แต่การสอนแบบนี้นักเรียนเป็นโจทก์ซักครู และกล่าวได้ว่าเป็นการสอนที่มีหลักเกณฑ์ทางปรัชญาวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะจึงเป็นวิธีการสอนที่ได้รับความสนใจ นำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 2524 : 5 - 6) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะของวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab discussion) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มารูปเป็นความรู้อย่างไรบ้าง อภิปรายข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ นอกจากนี้จะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

ในการสอนวิทยาศาสตร์ที่สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดขึ้น จะมีขั้นปฏิบัติการทดลองอยู่ด้วยนั้น เพราะการปฏิบัติการทดลองมีความสัมพันธ์กับวิชาวิทยาศาสตร์มาก ดัง โนแวก (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523 : 22 อ้างอิงมาจาก Novak. 1967) พบว่า ควรใช้ปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) เพราะนักเรียนจะได้ทราบขอบเขตความรู้ ความจำกัดของความสามารถในการคิด การรับรู้ ขาดซึ่งในวิธีการหาความรู้ที่ถูกต้อง เห็นประโยชน์ของเครื่องมือ มองเห็นปัญหาและระดับของปัญหา (Romey. 1968 : 20) ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดีควร เป็นหลักสูตร

ที่มีปฏิบัติการทดลองเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน (Laboratory Centered Curriculum) มากกว่าตำราหรือการบรรยายเป็นศูนย์กลาง (Text or Lectured Center Curriculum)

ด้วยเหตุนี้เองจึงมีการแบ่งการสอนแบบสืบเสาะโดยดูจากระดับของการจัดกิจกรรมการทดลองได้เป็น 2 แบบ ซึ่ง โรมี (Romey. 1968 : 22 - 25) และ สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 143 - 145) กล่าวไว้ดังนี้

1. การทดลองแบบกำหนดแนวทาง หรือแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory)

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

1. การทดลองแบบกำหนดแนวทาง หรือแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นการทดลองที่ครูกำหนดปัญหา บอกวิธีแก้ปัญหา และอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งที่ชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารถได้คำตอบออกมา ซึ่งการสอนนี้ไม่ส่งเสริมความคิดนักเรียนเท่าที่ควร และเป็นการสอนที่มีลักษณะเหมือนกับการสอนแบบ Guided inquiry ที่ สุเทพ อุตสาหะ (สุเทพ อุตสาหะ 2526 : 73) แบ่งประเภทของการสอนแบบสืบเสาะได้ 2 แบบ ตามบทบาทที่นักเรียนเกี่ยวข้องคือ Guided inquiry และ Unguided inquiry การสอนประเภทแรกครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำนักเรียนในการตั้งปัญหา และการวิเคราะห์ปัญหาในการแก้ปัญหา ตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและหาข้อสรุปเอง

การจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางที่ดี ควรมีลักษณะต่อไปนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 128)

1. ตั้งปัญหา

2. เสนอวิธีการรวบรวมข้อมูล (วิธีการอาจกำหนดให้ หรือมีการเปิดอภิปราย)

3. ให้เวลานักเรียนในการรวบรวมข้อมูลตามวิธีกำหนดให้
4. ให้นักเรียนจัดการ กับข้อมูลในตาราง หรือกราฟถ้าสามารถทำได้
5. ให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้น
6. ให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์ ที่ได้จากข้อมูลและนำมาเสนอต่อชั้น

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

การทดลองแบบนี้ให้นักเรียนหาคำตอบเอง โดยกำหนดปัญหาให้ เช่น จะหาความหนาแน่นของแท่งเหล็กรูปทรงกระบอกได้อย่างไร เมื่อเด็กทราบปัญหาแล้ว ครูจะให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปราย วางแผน และกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วจึงให้เด็กแยกกันทำการทดลองต่อไป แล้วนำมาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การจัด
การทดลองแบบนี้บางที่เรียกว่า Open - ended experiment และมีลักษณะ
เกี่ยวกับการสอนแบบ Unguided inquiry ที่ นอพล และได เคลมาน (Knopke and Diekelmann. 1978 : 121), สุวัฑฒ์ นิยมคำ (สุวัฑฒ์ นิยมคำ 2517 : 144) กับ สุเทพ อุตสาหะ (สุเทพ อุตสาหะ 2526 : 73) กล่าวว่า เป็นการสอนที่พัฒนาความคิดขั้นสูงสุด พัฒนานิสัย และสร้างความรู้ใหม่

การจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523 : 24 - 25) มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้
2. ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผน และกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้ข้อสรุป

3. ครูคอยแนะแนวทางด้วยการถามให้เกิดความคิดพินิจที่เบ็ดเสร็จ
บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นทางที่จะกำหนดวิธีการค้นหาได้ ครูควร
จะทำได้ดังนี้

1. ตั้งปัญหาให้เด็กนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนทำการทดลอง
2. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

3. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้แล้ว เมื่อถึงวันทดลอง ให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้าแล้วมีการอภิปราย แล้วกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ 2 - 3 วิธี

4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

5. ให้นักเรียนเสนอผลงานด้วยการอภิปราย

ในการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

หรือการทดลองแบบปลายเปิด (Open ended Experiment) ยงสุข รัชมิมาศ (ยงสุข รัชมิมาศ 2514 : 51 - 52) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการสอนแบบนี้ว่า

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลองเป็นคำถามชนิดกว้าง ๆ วิธีที่ใช้เพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบ ถ้านักเรียนสามารถเป็นผู้เลือกได้เองก็จะเป็นการเรียนตรงจุดประสงค์ของการสอนแบบสืบสวน

2. นักเรียนไม่ทราบคำตอบก่อนการทดลอง หรือผลลัพธ์ล่วงหน้าว่าจะเป็นไปรูปใด เพราะเราต้องการให้นักเรียนคิดหรือฝึกทักษะการสังเกต และสรุปผลของการสังเกตเอาเอง

3. เปิดโอกาสแก่นักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าเดิม ในการที่จะอ่านหรือแปลความหมาย หรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ไ้มา ครูอาจแบ่งนักเรียนออกตามระดับความสามารถเพื่อทำงานวิเคราะห์ข้อมูลในระดับต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่ไ้มาหลาย ๆ แห่งจะช่วยให้นักเรียนทั้งเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลองหรืออภิปรายผลรายการต่อ ๆ ไป

4. ในบางบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควรไม่เหมือนกัน เพราะในทางคนต่างทดลองด้วยเครื่องมือคนละชนิดคนละขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากนักเรียนทุกคน จะกลายเป็นข้อมูลของนักเรียนทั้งห้อง ซึ่งอาจนำมาเขียนกราฟเพื่อใช้ทำนายในส่วนที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการทดลองได้

5. การทดลองบางครั้ง สามารถกระตุ้นให้เกิดความริเริ่มในตัวนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนำไปค้นคว้าศึกษาต่อที่บ้าน

6. ในบางการทดลองเปิดโอกาสให้นักเรียนเห็นว่า การทดลองบางครั้ง อาจตอบคำถามได้หลายอย่าง หรือคำถามใดคำถามหนึ่ง อาจจะทำให้การทดลอง พิสูจน์ได้

นอกจากนี้ ซันด์ และโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 185 - 186) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะที่มีการทดลองเป็น 3 แบบ ตามประมาณ การแนะนำของครู ดังนี้

1. ระดับที่ง่ายที่สุด จะบอกวิธีทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล การสรุป เพื่อให้ นักเรียนสามารถค้นพบความสัมพันธ์ได้ โดยไม่บอกผลการทดลอง

2. ระดับที่สอง จะตั้งปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธีทำการทดลอง และ คำตอบ

3. ระดับที่สาม ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

จะเห็นว่าการแบ่งแบบนี้ มีลักษณะคล้าย ๆ กัน การแบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ การทดลองระดับที่ง่ายที่สุด จะมีลักษณะเกี่ยวกับการทดลองแบบกำหนด แนวทาง ส่วนการทดลองระดับที่สองและที่สาม มีลักษณะเกี่ยวกับการทดลองแบบ ไม่กำหนดแนวทาง สำหรับผู้วิจัยนั้นคิดว่า การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางควร จะนำ มาใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง และจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ได้มากกว่าการทดลองแบบกำหนดแนวทาง เพราะ การทดลองแบบกำหนดแนวทางนั้น ให้โอกาสผู้เรียนคิดหาทางแก้ปัญหา เฉพาะในขั้น ของการสรุปผลการทดลองเท่านั้น แต่การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางให้โอกาส ผู้เรียนคิดหาทางแก้ปัญหาทุกขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดปัญหาเองออกแบบการทดลองเอง รวบรวมข้อมูล และสรุปการทดลองเอง ทั้งยังเป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิด ประสบการณ์โดยตรง (Learning by doing) ได้มากจึงเกิดการเรียนรู้เร็วขึ้นกว่าเดิม

1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องสอนให้รู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะตามความหมายของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวเนื้อหา และกระบวนการ ด้วยเหตุนี้บรรดานักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามศึกษาวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ และพบว่ามีทักษะต่าง ๆ มากมายในวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้จำแนกทักษะออกมาแตกต่างกัน ดังนี้

ซันด์ และโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1967 : 93) ได้แบ่งทักษะทางวิทยาศาสตร์ ที่ควรให้เด็กได้พัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะเกี่ยวกับวิธีการหาความรู้ ได้แก่ การฟัง การสังเกต การค้นหา การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย
2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนกการเรียงเรียงอย่างเป็นระเบียบ การเขียนโครงเรื่อง การพินิจ การประเมิน การวิเคราะห์
3. ทักษะในการสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบปัญหา การออกแบบวิธีการใหม่ ๆ หรือเครื่องมือทดลองจนระบบใหม่ ๆ การประดิษฐ์ และการสังเคราะห์
4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษา การสาธิต การทดลอง การซ่อมเครื่องมือ และอื่น ๆ
5. ทักษะในการติดต่อสื่อสาร ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การบรรยาย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสอนเพื่อน ๆ ได้

ส่วนประหยัค จันทรขมพู และประสพสันต์ อักษรมัต (ประหยัค จันทรขมพู และประสพสันต์ อักษรมัต 2518 : 23 - 24) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความแคลวคล่องชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำ หรือการใช้เครื่องมือครูต้องสอนให้นักเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณา การบันทึก การตั้งทวงวัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถเชิงสติปัญญา การใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องมีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ มี

2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมา

อธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหา

ต่าง ๆ ควบกับการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้
เนย์ และคนอื่น ๆ (Ney and others. 1971 : 201 - 203)
กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นลำดับกิจกรรมหรือปฏิบัติซึ่งทำ
โดยนักวิทยาศาสตร์ ในการที่จะพยายามเข้าใจธรรมชาติ ประกอบด้วยกระบวนการ
หลักใหญ่ ๆ 5 ประการ และแยกเป็นกระบวนการย่อย ๆ อีก 17 ประการ
ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอยู่ในรูปที่จัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน แต่ตามสภาพความเป็น
จริงแล้ว นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นเหล่านั้นทั้งหมด และอาจทำ
ตามลำดับใด ก่อนหลังก็ได้ กระบวนการมีดังต่อไปนี้

ก. ความริเริ่ม

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา

1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ

1.3 การสังเกตและการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น

1.4 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. การหาข้อมูลขั้นต้น

2.1 การใช้ความรู้เดิม และประสบการณ์

2.2 การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ

2.3 ปริมาณอื่น ๆ

3. การทำนาย

4. การตั้งสมมติฐาน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง

ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การปฏิบัติ

6.1 การเก็บรวบรวม การสร้าง การจัดอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

6.2 การทดลอง

6.3 การกำหนดขอบเขตและคัดแปลงแก้ไข

6.4 การทำการทดลองซ้ำ

6.5 การบันทึกข้อมูล เช่น การบรรยาย ทำตาราง แผนภาพ

7. การสังเกต

7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณ หรือถึงปริมาณ เช่น วัดอ่านสเกล

ปริมาณ ขนาดนับวัตถุหรือเหตุการณ์

7.3 การรวบรวมตัวอย่าง

7.4 การหาข้อมูลโดยกราฟ เช่น แผนภูมิ รูปภาพและแผ่นฟิล์ม

7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมาย หรือเกิดโดย

บังเอิญ

7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

7.7 การตัดสินความเที่ยงตรง และความเชื่อถือได้จากข้อมูล

ค. การจัดข้อมูล

8. การจัดข้อมูล

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนผัง แผนที่

9.2 การเติมข้อความลงในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลในทางคณิตศาสตร์

10.1 การคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณ

10.2 การใช้สถิติ

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่ได้

ง. การสร้างโมทัศน์จากข้อมูล

11. การตีความหมายจากข้อมูล

11.1 การคาดคะเนและอภิปรายกลุ่มข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรงของข้อตกลงเบื้องต้นการ

ทำนายและสมมติฐาน

12. การสร้างนิยมเชิงปฏิบัติการ

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่

จ. ปลายเปิด

15. ค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ

15.1 เพื่อระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบาย หรือข้อสรุป

หลักเกณฑ์

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้หรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบเสาะหาความรู้ของ

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่น่าสนใจโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้
จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไว้ 13 ทักษะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เอกสารโรเนียว : 1 - 12) ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ
หลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรง
กับวัตถุหรือปรากฏการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ
โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้ 3 อย่าง
คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการ
เปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใด
อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 การบรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

1.3 การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ได้
อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่าง
ถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะใช้วัด

2.2 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดได้

2.3 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร

และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ผู้สอนกำหนดให้ได้
- 3.2 บอกเกณฑ์ที่ใช้เรียงลำดับหรือจำแนกได้
- 3.3 ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือจำแนกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ก็คือหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 วาดรูปมิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร
- 4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ
กับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด
และการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ
การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น
ความสามารถที่บอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลเดิมที่ได้
จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดย
อาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท
และการคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

เลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลใดเหมาะสม

การสื่อความหมาย คือ การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดง
ให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร
กราฟ สมการ เขียน บรรยาย ฯลฯ

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้อาจจากการ
สังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

อธิบาย หรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตโดยตรง โดยใช้
ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดย
อาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 ใช้สรุปจากการทดลองที่ได้นำมาแล้ว คาคะเนคำตอบในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

8.2 ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้ทำการทดลอง เป็นที่ยอมรับแล้วคาคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็น กฎ หลักการ ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

9.1 สรุปคำถามล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

9.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

10. การนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรอิสระ หรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

กำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การขึงตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

11.1 ขึงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

11.2 กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การ
ออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม
จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.1 ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม
และตัวแปรที่ถูกควบคุม

12.2 เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้เหมาะสม

12.3 ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

12.4 ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

12.5 สังเกตผลการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัส

ทั้ง 5 ไปลงความเห็นส่วนตัว

12.6 จัดกระทำข้อมูลที่สังเกตได้ และเลือกวิธีการที่เหมาะสม
ในการเสนอข้อมูล

12.7 บรรยายลักษณะและสมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล
ที่มีอยู่ได้ถูกต้องและสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกบรรยายลักษณะและสมบัติ
ของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปร
ที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ (ได้จากการทดลอง)

ในการสอนวิทยาศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 68) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในด้านการจัดสมมติฐานและการวางแผน และออกแบบการทดลอง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในถ้อยคำดังกล่าวมาทำการวิจัยควบคู่ไปกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

มีนักจิตวิทยาหลายคนได้พยายามให้คำนิยามความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้มากมายดังนี้

โรเมย์ (Romey. 1970 : 4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะรวบรวมความคิด สิ่งของ เทคนิค หรือวิธีการต่าง ๆ ในแนวทางใหม่ และเทลเลอร์ (Taylor. 1964 : 108 - 109) ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับ เพื่อการแก้ปัญหาแนวทางใหม่ ซึ่งเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความสามารถในการคิดเป็นการกระตุ้นความคิดจากภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัว และความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นเป็นการพิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลก ผิดคลอ้งกับแนวคิดของกาเบ (De Cecco. 1968 : 458 อ้างอิงมาจาก Gagne' n.d.) ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาแบบหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิดที่เกิดขึ้นเองในใจอย่างรวดเร็ว (Intuitive leaps) หรือเกี่ยวข้องกับการรวบรวมความคิดจากความรู้ในสาขาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1974 : 16) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์
 ว่าเป็นขบวนการของความรู้สึกไวต่อของว่าง หรือความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล การ
 สร้างความคิดและการตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับความคิดเหล่านั้น การทดสอบ
 สมมติฐาน การปรับปรุง แก้ไขและการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้นซ้ำอีก ตลอดจน
 การสื่อความหมายผลที่ได้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สอดคล้องกับ แมคแคนเลส (McCandless.
 1973 : 216 - 217) ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้ง
 ขบวนการและผลผลิต ในแง่ของขบวนการ การสร้างสรรค์สามารถพิจารณาในรูป
 ของการคิดอย่างซับซ้อน ความคิดที่จะเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือ
 เหตุการณ์ การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน และทักษะในการสื่อความหมาย
 ความคิดของตนต่อผู้อื่นแทนของคำจำกัดความในแง่ของขบวนการก่อปรกฏความคล่อง
 ในการโยงสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ (ซึ่งเป็นตัวประกอบของการคิดแบบอเนกนัย)
 หรืออาจจะพิจารณาการสร้างสรรค์ในรูปของผลผลิตที่แปลกใหม่หรือมีความคิดริเริ่ม
 ซึ่งเป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์ มีความหมาย และมีคุณค่าต่อผู้สร้างและต่อวัฒนธรรม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วนี้ จะมีแนวคิดโดยส่วนรวม
 เป็นแนวเดียวกันคือ เป็นความสามารถโดยทั่ว ๆ ไปที่ทุกคนมีได้ ดัง กิลฟอร์ด
 (Guilford. 1967 : 100) เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความ
 สามารถทั่ว ๆ ไปที่ทุกคนมี ไม่ว่าเป็นบุคคลอาชีพใดโดยเฉพาะ และลักษณะเด่นของ
 ความคิดแบบสร้างสรรค์ คือ การคิดแบบอเนกนัย ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ ความยืดหยุ่น
 ความริเริ่ม และความคล่องแคล่วในการคิด แดอซูเบอ (De Cecco. 1968
 อ้างอิงมาจาก Ausubel. 1965) มีความเชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความ
 สามารถพิเศษเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งหาได้ยากและไม่เห็นใคร ตามความคิด
 ของ ออซูเบล คนที่สร้างสรรค์จะต้องมีความสามารถพิเศษที่จะพัฒนาความเข้าใจอย่าง
 ลึกซึ้ง ความรู้สึกไว และการรู้คุณค่าในสาขาวิชาบางประเภท หรือในทางศิลป์

จะเห็นว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยค้นคว้ามาพอจะสรุป
 ได้ว่ากล่าวเป็น 2 นัย ดังนี้

1. เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ทุกคนซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการสร้างสรรค์ และสามารถพัฒนาได้ในทุกระยะอายุ ทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม
2. เป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่เฉพาะคน ยากที่จะพัฒนาให้ได้ในตัวมนุษย์ใดทุกคน ฉะนั้นในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจึงควรยึดหลักตามความหมายนี้

ลำดับขั้นตอนของการคิดสร้างสรรค์

ในการคิดสร้างสรรค์มีลำดับขั้นตอนการคิด ตามทัศนะของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ดังนี้

ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์เกิดจากการหยั่งรู้ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ของการคิด ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (The stage of Preparation) เป็นขั้นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ
2. ขั้นขัดแย้งยุ่งยาก (The stage of Frustration) เป็นระยะของการครุ่นคิดปัญหาอย่างหนัก แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นของการมองเห็น (The stage of Moment of Insight) ความคิดเกิดแวบขึ้นในสมอง คิดคำตอบออกทันที
4. ขั้นพิสูจน์ (The stage of Verification) เป็นการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกนั้นเป็นจริงหรือไม่

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วย

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing problem)
2. กระบวนการคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ (Formulating hypothesis)

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing questes)

4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the result)

นอกจากนี้ทอร์แรนซ์ยังได้รวบรวมความคิดเห็นของไทเลอร์ ไว้ว่า ผลของการคิดสร้างสรรค์นั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงเสมอไป ไม่จำเป็นต้องคนพบหรือประดิษฐ์ของใหม่ที่ยังไม่เคยมีใครคิดมาก่อน แต่อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่ง ดังนี้

ขั้น 1 แสดงออกมาอย่างอิสระในคำความคิดริเริ่มโดยไม่ต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลงาน

ขั้น 2 งานที่เป็นผลผลิต ที่ต้องอาศัยทักษะบางอย่าง

ขั้น 3 งานขั้นประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร

ขั้น 4 ปรับปรุงงานขั้นที่ 3

ขั้น 5 ความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดคิดหลักการใหม่ ๆ

ในทำนองเดียวกัน ไวแกนค์ (Weigand. 1971 : 208) เสนอความคิดว่า ขบวนการคิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องไปถึงขั้นตอน แต่โดยทั่วไปแล้วจะเป็นไปตามลำดับขั้น และขบวนการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

2. ขั้นการปฏิบัติ

3. ขั้นความคิดคิดขั้น

4. ขั้นเกิดความกระจ่าง

5. ขั้นพิสูจน์

ส่วน กิล ฟอร์ด (กมล ยุพาคม 2522 : 9 - 13 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างสติปัญญาในด้านวิธีการคิด ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และความคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดให้ พบว่า องค์ประกอบของความสามารถ

ในการคิดแบบอเนกนิยมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน คือ

1. ความคล่องในความคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดจำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์ระบบ
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวหรือคิดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวก และการแปลงรูป
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใคร หรือคิดสิ่งที่ยังเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดรอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ ของ กิล ฟอร์ด (เพเยว่ ทักนิช 2523 : 13) อ้างอิงมาจาก Guilford. 1908) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็วกว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

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

ผู้วิจัยพอจะสรุปขั้นตอนของการคิดสร้างสรรค์ตามทศิษาคณควาไคววามีขั้นตอนครั้งแรกเกิดจากการปะทะปัญหา แล้วหาทางวิเคราะห์ปัญหาเพื่อไปสู่การพิสูจน์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับความคิดแบบอเนกนิยม และจุดกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้น จากหลักการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือควรจัดสิ่งเร้าต่าง ๆ มากระตุ้น ใญ่เรียนไควเกิดปัญหา วิเคราะห์ พิสูจน์ปัญหาควยตนเอง จะช่วยใญ่เรียนไควพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ไควรวดเร็วขึ้น

การสอนวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์

วอสตัน และโรเมย์ (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 26 อ้างอิงมาจาก Washton. 1968 Romey. 1968) มีความเห็นตรงกัน การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหรือการทดลอง ที่เปิดกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ซันด์ และโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) กล่าวเสริมว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมาก ในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นอกจากคาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 686 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ จากการศึกษาได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรม การสอนมีโครงสร้างตามตำรา มีคำตอบตายตัวถ่ายทอดการควบคุม แต่ครูที่ฝึก วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะไม่มีการควบคุมกิจกรรมตายตัว มักจะละทิ้ง บรรยายตามแบบแผน แต่ครูจะทำหน้าที่เสมือนผู้ดำเนินรายการ หรือผู้จัดบันทึกข้อมูล บนกระดาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ ครูผู้สร้างบรรยากาศสืบเสาะหา ความรู้จะสังเกตเห็นความเจริญงอกงามของความยืดหยุ่นในการคิดความคิดสร้างสรรค์ และความอยากรู้อยากเห็นปรากฏขึ้นในตัวนักเรียน

สวาน ทอแรนซ์ (Torrance. 1964 : 7 - 9) ได้เสนอกิจกรรม การเรียนการสอนที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรมีแนวทาง ดังนี้

1. ยอมรับฟังคำถามที่แปลกใหม่ (unusual) ของนักเรียน
2. ยอมรับความคิดและวิธีการแก้ปัญหาแปลกใหม่ที่นักเรียนคิด
3. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า
4. จัดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและค้นพบโดยไม่ต้องมีการประเมินผล
5. ในการประเมินผลจะต้องให้นักเรียนได้ทราบเหตุผลและผลของการ

ประเมินผลนั้น

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1974 : 209 - 210) ได้พิจารณาหลักเกณฑ์ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา คือ

1. ทุกคน ทุกวัย และทุกเชื้อชาติ มีความคิดสร้างสรรค์ทั้งนั้น
2. แต่ละบุคคลมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันมาก รวมทั้งการแสดงออกก็ต่างกัน
3. อีศรภาพที่จะสร้างสรรค์มีผลต่อสุขภาพจิต
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สร้างสรรค์
5. มีโรงเรียนเพียงบางโรงเรียนเท่านั้นที่ได้รับความนิยมสำเร็จในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
6. ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะไม่ได้คะแนนทางการเรียนสูง
7. โรงเรียนเป็นแหล่งที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ จึงควรจัดสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน เพื่อให้เด็กมีโอกาสแสดงความคิดสร้างสรรค์
8. การใช้ Positive reinforcement มากเกินไปในชั้นเรียนอาจไปขัดขวางการตอบสนองซึ่งสร้างสรรค์ได้
9. การให้เวลานานพอจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ ทว่า ชนิดของคำถามที่ใช้ถามนักเรียนสัมพันธ์กับการตอบสนองอย่างสร้างสรรค์ของเด็ก นอกจากนี้ยังขึ้นกับการใช้เวลาในการตอบคำถามและการให้รางวัลด้วย

เดอ เซ็คโก (De Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่า ครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องแคล่วในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ เขามองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาระดับสูงซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนให้พัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ เขาได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ เขาอ้างถึงข้อเสนอของ เกตเซล (Getzel) ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้ เตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่ได้ออกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ ดังกล่าวจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนถ้า นักเรียนรู้สถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มาก เท่านั้น อย่างไรก็ตามสถานการณ์ที่นักเรียนไม่รู้ทั้งปัญหา ครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำ มากพอสมควร

2. ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้วิธีระดมพลังสมอง การตั้งสมมติฐานและ ทดสอบสมมติฐาน การอ่าน

3. การให้รางวัลเมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์
ฟิลทซ์ และซันด์ (ประทุม ทองพูน 2522 : 15 อ้างอิงมาจาก (Piltz and Sund. 1968) ได้เสนอการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่แล้วในตัวเด็กทุกคน แต่จะมี ความแตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมา ในรูปของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลายรูปแบบ เพื่อจะเกิดผลตอบสนองในทาง สร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยจินตนาการ การริเริ่ม การตั้งและทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการเลือกความหมาย ไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตร ย่อมมีลักษณะในการสร้างสรรค์มากก็ยิ่งจะ กระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากขึ้น

4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้มีการคิดแปลง และออกแบบอุปกรณ์ การสอนใหม่ ๆ

5. เราสามารถนำวิธีการทำงานเป็นคณะมาใช้ในการทดสอบการประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอนที่สร้างสรรค์ได้

6. การเกิดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับปริมาณและความแตกต่างของ ประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้นจึงควรจัดประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เท่าที่จะเป็นไปได้ และก็ควรจัดทำโอกาสที่จะสังเคราะห์ประสบการณ์เหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นด้วย

วอสตัน (washton. 1967 : 220) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสกระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. โดยคำถาม ทั้งในระหว่างก่อนและหลังการบรรยาย การอภิปราย และการปฏิบัติ

2. ใ้คำตอบที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับ คำตอบที่สมบูรณ์เสมอไป

3. ใ้เสนอความคิดหรือกระบวนการ ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ทุกคน ตอบรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสใ้ได้พบสิ่งใหม่ ๆ

4. ใ้ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนใ้ให้นักเรียนใ้ยอมรับว่า วิธีการ ลองผิด - ลองถูก เป็นวิธีวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับใ้ได้อย่างหนึ่ง

5. ใ้มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน นอกเหนือจากที่ครูมอบหมายใ้

6. ใ้ให้การยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับ ความสามารถในการจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จากผลงานที่ศึกษาคนพบว่า พอสรุปใ้ได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธี สอนแบบสืบเสาะนั้น จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ เพราะเป็น วิธีสอนที่ใ้มีการกระตุ้นใ้ผู้เรียนรู้จักคิด ตัดสินใจ ค้นพบปัญหา แก้ปัญหาด้วยตนเอง เปิดโอกาสใ้ซักถามอย่างอิสระ มีอิสระในการสร้างสรรค์งาน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

แวนเนค (Vaneck. 1974 : 1522 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3 จำนวน 54 คน ระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมโดยใช้นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

แจคนิค (Jacknicke. 1975 : 3040 - A) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 2 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม สอนวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลอง

ไรลีย์ (Rilley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า กลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

แคนนอน (Cannon. 1976 : 4379 - A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการใช้เทคนิคการทดลอง 2 แบบ คือการเปลี่ยนความสนใจในการเลือกสาขาวิชาและความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตมหาวิทยาลัยกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางตามแบบเดิม ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในเรื่องความสนใจ และความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ครอกเกอร์ และคนอื่น ๆ (Crocker and others. 1976 : 267 - 274) ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง โดยมีวัตถุประสงค์จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 และความชอบในวิธีการสอน 2 แบบนี้ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อสอน โดยกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางสูงกว่า เมื่อสอนโดยใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง มีแนวโน้มว่านักเรียนที่ I.Q. สูง จะชอบวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทางมากกว่าที่คาดไว้และนักเรียนที่มี I.Q. ต่ำกว่า ชอบวิธีการสอนแบบไม่กำหนดแนวทางน้อยกว่าที่คาดไว้ อย่างไรก็ตามก็ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะชอบวิธีสอนแบบกำหนดแนวทางมากกว่า

สเปียร์ และโซลแมน (Spears and Zollman. 1977 : 33 - 38) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง

ต่อความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนิสิตปีที่ 1, 2 ระดับมหาวิทยาลัย การแบ่งความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประการคือ ข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) ธรรมชาติของผลลัพธ์ (nature of outcomes) จริยธรรมและเป้าหมาย (ethics and goals) และกิจกรรมต่าง ๆ ในการทดลอง (activities) ผลการวิจัยปรากฏว่านิสิตทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องข้อตกลงเบื้องต้น ธรรมชาติของผลลัพธ์ และจริยธรรมและเป้าหมาย แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องกิจกรรมต่าง ๆ ในการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยที่นิสิตกลุ่มที่ทำการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความเข้าใจในเรื่องกิจกรรมต่าง ๆ ในการทดลองสูงกว่านิสิตกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

งานวิจัยในประเทศ

สัญญา ทิพย์เสนา (สัญญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน ได้เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยทำการทดลองกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมมีระดับนัยสำคัญ .05

อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการทดลอง

นิมิตร มาศเกษม (นิมิตร มาศเกษม 2518 : 34) ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยวิธีสาธิต และวิธีปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่างประชากรจัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 27 คน จัดกลุ่มโดยถือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 การทดลองใช้เวลา 5 สัปดาห์ กลุ่มละ 3 คาบต่อสัปดาห์ แบบสอนใช้แบบสอนวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบถามความคิดเห็นต่อวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิต และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยการทดสอบค่าที (T-test) และการคิดการอยละ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีการสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติ ซึ่งพบว่า

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน ซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีความแตกต่างกัน

1.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน คะแนนการทดสอบ หลังเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนที่ปรับค่าแล้ว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้โดยวิธีสืบสอบ ทั้งแบบที่มีคำแนะนำนำปฏิบัติการ ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำนำปฏิบัติการสูงขึ้น มากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบสืบสอบ ที่มีคำแนะนำนำปฏิบัติการ

เขาวนีย์ อายะวงศ์ (เขาวนีย์ อายะวงศ์ 2526 : 57 - 59) ได้ทำ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาค้นคว้าใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิด สื่อประสานกันด้วยการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสานกันด้วยการใช้ครูฝึก ใช้ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เลือกเรียน วิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จากการ ศึกษาครั้งนี้ พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียน สำเร็จรูปชนิดสื่อประสาน กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของ การฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วนา ซอประเวศ (วนา ซอประเวศ 2527 : 81) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ วิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบใช้ถาม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือ กลุ่มทดลอง ปรากฏว่า การทดสอบผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลาระหว่าง

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ผลจากการคำนวณมีค่าเป็นลบ แสดงว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองส่งผลต่อการเรียนการสอนสูงกว่าวิธีสอนแบบใช้เกม

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนและความคิดสร้างสรรค์

บิล (Bill. 1971 : 417 - 421) ทำการทดลองสอนวิทยาศาสตร์นักเรียนเกรด 8 โดยวิธีสืบสอบ ของ ชัคแมน โดยคัดพฤติกรรมของครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีความคิดแบบอเนกนัย เช่น การตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมกับการทดลองที่ครูสาธิตให้ดู ผลการวิจัยปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปไม่สูงขึ้น

แมคคอแมค (McCormack. 1971 : 301 - 305) ทำการสอนวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาของนิสิตมหาวิทยาลัยปีที่ 3 - 4 ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยที่ภาคปฏิบัติการมีการฝึกกิจกรรมสร้างสรรค์โดยเฉพาะโดยแก brianstoming, inquiry development sessione, morphological analysis of problem invitation to creative thinking มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยมีภาคปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ฮิล (Hill. 1976 : 71 - 77) ทำการวิจัยพบว่า การสอนเคมีในระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการทดลองซึ่งจัดขึ้น เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะ เช่น การสอนปัญหาระหว่างทำการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง คิดค้นวิธีการอื่น ๆ เพื่อทำการทดลองในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น และการบอกคะแนนความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนทำให้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และพบว่า การสอนอย่างสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลในการปรับปรุงเทคนิคการทดลอง

พินิค (Penick. 1976 : 307 - 314) ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบต่อความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนเกรด 5 การสอน 2 แบบ คือ การสอน โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้ กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยนักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม ต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียนอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .01

สำหรับงานวิจัยภายในประเทศ

นฤมล ยุทธาคม (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 57) ทำการศึกษاثิทธิพลของ การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทาง และการทดลองแบบ ไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับนักเรียน กลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้ การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับกลุ่มที่สอนโดยใช้การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 71 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบ ที่มีการประเมินผลและไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของ กลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินผลทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน

ศิริอร ไขภูรัตน์ (ศิริอร ไขภูรัตน์ 2527 : 50) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คำนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกแบบรายบุคคล พบว่า

นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกกรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน แตกต่างจากกลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ แต่กลุ่มที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและการฝึกแบบรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ไม่แตกต่างกัน

ยงยุทธ สายคง (ยงยุทธ สายคง 2527 : 68) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอตักกี ศรีน้อย (กอตักกี ศรีน้อย 2526 : 76 - 78) ทำการศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่วนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการมีความสามารถ

ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแตกต่างและสูงกว่าสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและการใช้คำถามตามแบบการสอน สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน กับการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แตกต่างและสูงกว่าเมื่อสอนโดยการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน และการสอนโดยการใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัย จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่พัฒนาให้เกิดในตัวของผู้เรียนได้ แต่ต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้เหมาะสม และสภาพการเรียนการสอนแบบสืบเสาะจะเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพราะมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาค้นหาตนเอง ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะมาก จึงศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทั้ง 2 รูปแบบ คือ การสอนสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง ในด้านที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

4. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.1 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.2 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.3 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง อำเภอพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่มนักเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 10 ห้องเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย แล้วนำนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมาคละกัน แล้วจับสลากเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลอง จำนวนประมาณ 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

กลุ่มควบคุม จำนวนประมาณ 30 คน เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางตามหนังสือคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

เวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มในการทดลองสอนกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที
ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการเปลี่ยนแปลง
ของเปลือกโลก แผนการสอนที่ใช้มี 2 รูปแบบ คือ

1.1 แผนการสอนที่สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบไม่กำหนดแนวทาง

1.2 แผนการสอนที่สอนตามหนังสือคู่มือครู

2. แบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลง
ของเปลือกโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้กับกลุ่มทดลอง ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา
และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

1.1.2 ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาวิชาที่นำมาสร้าง

แผนการสอนสำหรับการทดลอง จากหนังสือคู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ (ว. 204) โดยเลือกเอาเนื้อหาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
มาใช้ในการทดลอง

1.1.3 วิเคราะห์รวมยอดจากเนื้อหาที่เลือกมาใช้ในการทดลอง และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและค่าความถี่รวมยอดที่จะสอน

1.1.4 สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนการสอน

1.1.5 เขียนแผนการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง แบบไม่กำหนดแนวทาง

1.1.6 นำแผนการสอนที่เขียนขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ประจำ อยู่ที่โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง และมีประสบการณ์ในด้านการสอนตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 3 ท่าน มาตรวจแก้ไข เพื่อนำข้อพิจารณาตรวจแก้ไขปรับปรุงแผนการสอน

1.1.7 นำแผนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่อง เกี่ยวกับเวลาและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

1.1.8 นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้จริงต่อไป

1.2 การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลง ของเปลือกโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้กับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยสร้างถามคำแนะนำ ในหนังสือคู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ของ สสวท.

2. แบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ ทักษิณ พุกเกษลธาร (ทักษิณ พุกเกษลธาร 2517 : 61 – 63) ซึ่งสร้างขึ้นตามแนว ของแบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (ฉบับทดสอบด้วยภาษาเขียน)

ลักษณะของแบบทดสอบมีดังนี้ ข้อทดสอบมี 3 ข้อ แบบทดสอบทั้งฉบับ มีอำนาจจำแนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อทดสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้สูตร สอดยท์ มีค่า .748 สัมประสิทธิ์ของคะแนนความถนัดและความถนัด ความยืดหยุ่นของความถนัด และความริเริ่ม มีค่า .826 .517 และ .294 ตามลำดับ

และจากการประเมินค่าความเที่ยงตรง (Validity) เรียกว่าความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า (Face-Validity) สองแบบทดสอบโดยอาศัยความเห็นของนักจิตวิทยา นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ท่าน ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน ลงความเห็นเห็นว่า แบบทดสอบนี้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และความเที่ยงตรงตามเกณฑ์เทียบใช้วิธีหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยหาสัมประสิทธิ์ที่เทียบกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ พงษ์ชัย พัฒนาคโพนบูลย์ ถัดแปลงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ วอลเลซและโกเกน กับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ เกทเชลและแจกสัน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีค่า .281 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบข้อละ 15 นาที โดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการให้คะแนนของ พงษ์ชัย พัฒนาคโพนบูลย์ ดังนี้

พิจารณาว่าคำตอบที่เป็นไปได้ และให้คะแนน ดังนี้

1. คะแนนความคิดสองแง่สองง่า ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น วัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนววิธีที่แตกต่างกับให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่มหาคำตอบที่มองคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความดีเกิน	5	ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่มีความดี	5		ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความดี	4		ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความดี	3		ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความดี	2		ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความดี	1		ให้	5	คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อ ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสองแง่สองง่า คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาตามพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามตารางวิเคราะห์ โดยเขียนเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

3.4 ตารางทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบที่เขียนขึ้นตามวิธีการของ โรวิลและแฮมเบิลตัน (คณะอาจารย์ผู้สอนวิจัย 521 : 2526 : 127 - 129 อ้างอิงมาจาก Rovilli and Hambleton) โดยนำแบบทดสอบที่เขียนขึ้นไปหาผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ท่าน พิจารณาลงความเห็น และให้คะแนนว่าสร้างข้อสอบในกลุ่มเนื้อหา และตรงตามพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการ ตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เลือกข้อสอบที่ค่าความสัมพันธ์ของความสอดคล้องเท่ากับ .5 หรือมากกว่า .5 ไว้

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกมาแล้ว

3.6 นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยนำแบบทดสอบที่นักเรียนทำเสร็จแล้วมาตรวจให้คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาความยาก (P) โดยใช้สูตรชนิดที่เป็นสัดส่วนในการตอบ ถูก/ผิด (คณะอาจารย์ผู้สอนวิจัย 521 : 2526 : 148) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิธีหาสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - ต่ำ (คณะอาจารย์ผู้สอนวิจัย 521 : 2526 : 149) ตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เลือกไว้จำนวน 26 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 26 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง นักเรียนจำนวน 50 คน ได้ค่าเฉลี่ย 11.58 ความแปรปรวน 16.53 และนำมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 (คณะอาจารย์ผู้สอนวิจัย 521 2526 : 143 - 144 อ้างอิงมาจาก Kuder - Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.67

ตัวอย่าง

— ข้อคำถามการพิสูจน์ว่า "ดินบริเวณ ก. เหมาะในการปลูกต้นชบา มากกว่าดินบริเวณ ข. จึงทำการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำดินจากบริเวณ ก. และ ข. มาอย่างละเท่ากันมาใส่ในกระถางที่มีลักษณะเหมือนกัน

2. ปลูกชำกิ่งชบาพันธุ์เดียวกันและมีความสมบูรณ์เท่ากัน กระถางละ 1 กิ่ง

3. พยายามใช้วิธีการเดียวกัน ปริมาณเท่ากันจนถึงชบา

4. ปักหน้าดินด้วยก้ามมะพร้าวคั้นน้ำระเหย กระถางละเท่ากัน

5. วางกระถางทั้งสองไว้ในบริเวณเดียวกัน

6. รดน้ำในกระถางทั้งสองด้วยปริมาณที่เท่ากันทุกวัน

7. นับจำนวนใบ วัดเส้นรอบวงของโคนต้นและวัดความสูงของต้นชบา

ในแต่ละกระถางในวันเวลาเดียวกัน

ขั้นตอนต่อไปจำเป็นในการพิสูจน์เรื่องดังกล่าว

ก. ขั้นตอนที่ 3

ข. ขั้นตอนที่ 7

ค. ขั้นตอนที่ 5

ง. ขั้นตอนที่ 6

จ. ขั้นตอนที่ 4

(ทักษะการออกแบบการทดลอง)

วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง
ตามแผนการวิจัย Randomized Control - group Posttest only design
และ Randomized Control - group pretest posttest design
ดังแผนการวิจัยที่แสดงไว้ในตาราง 1 และ 2 ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
ER	X	T ₂
EC	~ X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง
- T₂ แทน ค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หลังทดลองสอน
- X แทน การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง
- ~ X แทน การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบ
กำหนดแนวทาง (แผนการสอนในหนังสือคู่มือครูของ สสวท.)

C แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมตามแผนการสอนแบบสืบเสาะ โดย
จัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (ตามแผนการสอนใน
หนังสือคู่มือครูของ สสวท.)

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
EC	T ₁	~X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

E แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง

T₁ แทน ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทดลองสอน

T₂ แทน ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังทดลองสอน

X แทน การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง

~ X แทน การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนด
แนวทาง (ตามแบบแผนการสอนในหนังสือคู่มือครูของ สสวท.)

C แทน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมตามแผนการสอนแบบสืบเสาะ โดย
จัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (ตามแผนการสอนใน
หนังสือคู่มือครูของ สสวท.)

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองความชันตอนดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง จำนวน 60 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) สุ่มมา จำนวน 2 ห้อง จากนักเรียนจำนวน 10 ห้อง แล้วนำมาจับสลากเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
2. ทดสอบก่อนสอน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทักนีย์ พุกนโรธาร
3. ดำเนินการทดลองตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และแผนการสอนในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน ดังนี้
 กลุ่มทดลอง ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
 กลุ่มควบคุม ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ในหนังสือคู่มือครูของ สสวท.
4. การทดสอบหลังสอน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม
5. วิเคราะห์ผลจากคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test Independent

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test Dependent
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบตามวิธีการของโรวิลล์และแฮมเบิลตัน โดยคำนวณจากสูตร (คณะกรรมการผู้สอนวิจัย 521 2526 : 127 - 129 อ้างอิงมาจาก Rovilli and Hambleton)

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

เมื่อ IC แทน ด้กับความสอดคล้องของข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม (ถ้าได้ค่า IC ตั้งแต่ .5 ขึ้นไป จึงจะใช้ได้)

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

2. หากความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (คณะกรรมการผู้สอนวิจัย 521 2526 : 148 - 149)
3. หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ใช้สูตร KR - 20 (คณะกรรมการผู้สอนวิจัย 521 2526 : 143 - 144 อ้างอิงมาจาก Kuder - Richardson)

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

เมื่อ n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้ $t - test Independent$

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2, 3 เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง โดยใช้ $t - test dependent$

6. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้ $t - test Independent$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_{T1}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง
$\bar{X}_{T2}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
S_{T1}^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนก่อนการทดลอง
S_{T2}^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนหลังการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t - distribution
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอผลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

2. ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ภายในกลุ่มควบคุม
3. ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ภายในกลุ่มทดลอง
4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t -test ได้ผล
ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มควบคุม	30	8.9	19.75	19.961***
กลุ่มทดลอง	30	14.07	10.95	

$$t_{.001, 60} = 3.460$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดการทดลองแบบกำหนดแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 1

2. ผลของการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของกลุ่มควบคุม
ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้
ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4. ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม	N	$\bar{X}_{T1}$	$\bar{X}_{T2}$	S^2_{T1}	S^2_{T2}	t
ความคิดทดลองแคลว	30	16.233	22.333	73.633	74.022	-3.491*
ความคิดยืดหยุ่น	30	7.033	8.966	4.309	19.481	-2.756*
ความคิดริเริ่ม	30	11.1	15.533	73.058	130.188	-2.386*
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวม	30	34.366	46.5	250.516	309.362	-3.253*

$$t_{0.05, 29} = -2.045$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า ผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 2

3. ผลของการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t -test Dependent ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}_{T1}$	$\bar{X}_{T2}$	S_{T1}^2	S_{T2}^2	t
ความคิดทดลองแกล้ว	30	31.366	43.966	80.033	195.481	-2.029
ความคิดยืดหยุ่น	30	8.866	16.766	6.257	9.702	-2.819*
ความคิดริเริ่ม	30	7.433	15.866	25.495	112.050	-4.64*
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวม	30	31.366	43.966	80.033	195.481	-4.625*

$$t_{0.05, 29} = -2.045$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า ผลของคะแนนความถึก
สร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ ความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ความถึกยึคหุ่ยน
ความถึกครึเริ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง แศกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญ
ทางสถิตินี้ระกัค 0.05 และความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ จึานความถึก
ทดลองแศลว ก่อนเรียนและหลังเรียนแศกต่างกันอย่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินี้ กล่าวคึอ
การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสึบเสาะะโดยจึกกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนด
แนวทาง ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ ความถึก
สร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์จึานความถึกยึคหุ่ยน ความถึกครึเริ่ม มีพัฒนาการสูงชัน
สอกล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 แต่ไม่ทำใหความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์
จึานความถึกทดลองแศลวมีพัฒนาการสูงชัน นึ่งไม่สอกล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรึบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่ง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรึบเทียบกันดังแศลงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 เปรึบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่ง
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2_1	t
กลุ่มทดลอง	30	43.97	195.48	-2.388*
กลุ่มควบคุม	30	46.5	309.36	

$$t_{0.05, 60} = -2.00$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการาง 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความถึค
สร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ทำให้นักเรียนมีความถึค
สร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4

4.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึคสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์
ด้านความถึคทดลองและแนวทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ผู้วิจัยได้นำผลของคะแนนเฉลี่ยความถึคสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์
ด้านความถึคทดลองและแนวทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึคสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ ด้านความถึค
ทดลองและแนวทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	19.4	21.420	-6.369 *
กลุ่มควบคุม	30	22.33	74.02	

$$t_{0.05, 60} = -2.00$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการาง 7 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความถึกทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองแถวกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างน้ันยสำถึยทางสถิตถึที่ระดัค .05 กล่าวถึอ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวถึสอนแบบส้บเสาะโดยจถึกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ำทำให้ความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความถึกทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนสูงถึว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวถึสอนแบบส้บเสาะโดยจถึกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง น้ันสอถึถึองถึกับสมมติฐาน ข้อที่ 4.1

4.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความถึกยถึคหุยนทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองแถวกลุ่มควบคุม ผู้วถึวถึยไถ่นำผลของคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความถึกยถึคหุยนทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองแถวกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลถึถึงแสดงไวถึในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความถึกสร้างสร้งทางวิทยาศาสตร์ คำนวณความถึกยถึคหุยนทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองแถวกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	6.87	6.257	-0.418
กลุ่มควบคุม	30	8.97	19.481	

$$t_{0.05, 60} = -2.00$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 4.2

4.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้นำผลของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	15.87	112.05	0.735
กลุ่มควบคุม	30	15.33	130.19	

$$t_{0.05, 60} = 2.00$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง ไม่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนแตกต่างกัน จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 4.3

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษารังนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง สรุปสำคัญขึ้นและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง
 - 4.1 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

4.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่
กำหนดแนวทาง

4.3 เพื่อเปรียบเทียบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่
กำหนดแนวทาง

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทาง มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบ
ไม่กำหนดแนวทาง มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

4. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกัน

4.1 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทางมีความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกัน

4.2 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

4.3 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง (ม. 2) โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง ปีการศึกษา 2528 จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่มนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 10 ห้องเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย แล้วนำนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมาละกัน และจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลอง 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แผนการสอนที่ใช้สอนมี 2 รูปแบบ คือ
 - 1.1 แผนการสอนที่ใช้สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (แผนการสอนที่ใช้สอนตามคู่มือครู)
 - 1.2 แผนการสอนที่ใช้สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง ปีการศึกษา 2528 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 10 ห้องเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย

แล้วนำนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมาละกัน จับสลากแบ่งเป็นกลุ่มความถนัด 30 คน
กลุ่มทดลอง 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีดังนี้คือ

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง เรื่องการ
เปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แผนการสอนที่ใช้มี 2 รูปแบบ คือ

2.1.1 แผนการสอนที่ใช้สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง
แบบกำหนดแนวทาง เป็นแผนการสอนที่ใช้สอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 แผนการสอนที่ใช้สอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการ
ทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

2.2 แบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ
ฉบับภาษา สอง ทักษะ พุทธศักราช

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อน-หลัง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

3. ทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสองกลุ่ม โดยทดสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

4. การดำเนินการทดลอง

4.1 ทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสองกลุ่ม โดยทดสอบเป็นรายกลุ่ม นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

4.2 ทดสอบสอน ใช้เวลาในการสอนแต่ละกลุ่ม 16 คาบ คาบละ 50 นาที
ดังนี้

4.2.1 กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรม
การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

4.2.2 กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรม
การทดลองแบบกำหนดแนวทาง (สอนตามคู่มือครูวิทยาศาสตร์)

5. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลัง เรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม นำผลการสอบมาตรวจวิเคราะห์

6. นำค่าของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย คะแนนความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. เปรียบเทียบความแตกต่าง ของคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Dependent
3. เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ทดสอบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
2. ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความถนัดของแกล้งทางวิทยาศาสตร์ด้านความถนัดเขียนด้านความถนัดริเริ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มควบคุม พบว่า ความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความสามารถในการทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มสูงขึ้น

3. ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน ภายในกลุ่มทดลอง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความคิดทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง มีความสามารถในการทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มสูงขึ้น แต่ไม่มีพัฒนาการด้านความคิดทดลองแถว

4. ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

4.1 ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างและสูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

4.2 ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

4.3 ทดสอบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

อภิปรายผล

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลการศึกษาค้นคว้าสามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการทดลองตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ในการสอนทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันคือ กิจกรรมการทดลองของวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิดหาวิธีทำการทดลอง ออกแบบการทดลอง เลือกอุปกรณ์ทำการทดลอง รวมทั้งทำการทดลองด้วยตนเองมากกว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง เป็นการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรงตามปรัชญาของการสอนแบบสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามที่ ชีรชัย ปุณณโชติ (ชีรชัย ปุณณโชติ 2516 : 32) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มิใช่เป็นเพียงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้จาก

การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์เป็นทั้งเนื้อหาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย และเสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ 2527 : 74) กล่าวเสริมว่า "สิ่งสำคัญที่มอบหมายต่อการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีการเรียนการสอนโดยครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนด้วยการปฏิบัติมากเท่าที่จะทำได้ ด้วยเหตุนี้วิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523 : 76) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

2. ผลการศึกษากันพบว่า พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านการทดลองแถวทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการสูงขึ้น เนื่องจากวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทางมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ฝึกให้เป็นคนช่างสังเกต กล้าตัดสินใจ เกิดความถนัดแถวในการคิด ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม นิ่ง นุ่มนวล ยุติกรรม (นฤมล ยุติกรรม 2522 : 31) กล่าวว่า สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจระเบียบที่กำลังศึกษาอยู่ได้เป็นอย่างดี และเป็นโอกาสดีที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมใจ ของสุวรรณ (สมใจ ของสุวรรณ 2515 : 97) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry) ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษากันพบว่า พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง แถวทางกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แถวความคิดสร้างสรรค์แถวทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดกลองแกลวก่อนเรียน และหลังเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการสอนแบบสืบเสาะโดยจักกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีกิจกรรมการทดลองที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิดมาก ไม่ควรกำหนดปัญหาให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เลือกรูปแบบ สรุปผลการทดลองด้วยตนเอง นับว่าเป็นวิธีการที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี ดังที่ สุวัฒน์ นิยมคำ (สุวัฒน์ นิยมคำ 2517 : 144) กับสุเทพ อุทสาละ (สุเทพ อุทสาละ 2526 : 75) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะโดยจักกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการสอนที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูงสุด พัฒนาค้นและสร้างความรู้ใหม่ นอกจากนี้ บรรดาภาาในการเรียนการสอนเป็นกันเอง ครูดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด นักเรียนมักถามปัญหาบางอย่างอิสระ ดังที่ ซันด์ และ ไทรวบรีจ (Sund and Trowbridge. 1974 : 345 - 355) ที่กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ทำกิจกรรมหลายอย่าง และได้นำหลักการช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัวชัย เฝียนประสิทธิ์ (วัวชัย เฝียนประสิทธิ์ 2528 : 57) พบว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ก่อนเรียน และหลังเรียนสูงขึ้น แต่ผลงานวิจัยด้านความคิดกลองแกลวไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ กลุ่มทดลองมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดกลองแกลวไม่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่เคยชินทอวิธีสอนที่ต้องสอนให้นักออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และวิธีสอนแบบที่ครูจะยอมรับความคิดเห็นนักเรียนมากจนทำให้นักเรียนรู้สึกว่าความคิดในการออกแบบการทดลองของตนเป็นเรื่องธรรมดา นักเรียนจึงแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะ ดังนี้ พวกหนึ่งไม่พยายามที่จะคิดหาวิธีการออกแบบการทดลอง อีกพวกหนึ่งพยายามคิดหาวิธีการออกแบบการทดลองใหม่ ๆ ต่างจากเพื่อนให้ได้ภายในเวลาจำกัดเพียง 2 คาบ เป็นสิ่งที่ยากและลำบากสำหรับนักเรียนทำให้

สักรักกันความคิดกลองแกล้วของนักเรียนโดยสิ้นเชิงในทางตรงกันข้ามจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดปัดพูน ความคิดริเริ่ม มากขึ้น นอกจากนี้คะแนนความคิดกลองแกล้วทางวิทยาศาสตร์ยังขึ้นอยู่กับเพศและลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมวิจัยของ มาลีปี เหมะรุฉินทร์ (มาลีปี เหมะรุฉินทร์ 2517 : 38) พบว่า ลักษณะแบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา ถ้าเป็นแบบทดสอบด้านภาษาที่ให้คะแนนด้านความคิดกลองแกล้วในการคิดแล้วนักเรียนหญิงจะทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนชาย ผู้วิจัยได้พิจารณาจากกลุ่มทดลองที่ทำการศึกษา พบว่า มีนักเรียนชายจำนวน 24 คน นักเรียนหญิง 6 คน ส่วนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบฉบับภาษาของ ทัทนีย์ พลฤษชลธาร จะเห็นว่า จำนวนนักเรียนหญิงที่ทำคะแนนความคิดกลองแกล้วจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับภาษาไทยก็มีจำนวนน้อยกว่านักเรียนชาย จึงมีผลให้คะแนนความคิดกลองแกล้วของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างไม่เกินหลักตั้ง ๆ ที่คะแนนเฉลี่ยความคิดกลองแกล้วหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คือ คะแนนเฉลี่ยความคิดกลองแกล้วก่อนเรียนมีค่า 17.166 หลังเรียนมีค่า 19.4

4. ผลการศึกษากันพบว่า พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดกลองแกล้วของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ทำให้นักเรียน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดกลองแกล้วสูงกว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการสอนทั้ง 2 วิธี ใช้เนื้อหาอันเดียวกัน ต่างกันตรงกิจกรรมการทดลองของกลุ่มทดลอง เป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือในทัวนักเรียนอย่างมาก นักเรียนไม่เคยชินต่อการให้อิสระทดลองแบบการทดลองด้วยตนเอง จึงต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวนักเรียนให้มากกว่านี้ ซึ่งระยะเวลาทดลอง 16 คาบ ไม่พอเพียงกับการเตรียมตัวนักเรียน

ลักษณะ เนื้อหาของบทเรียนไม่เร้าความสนใจเท่าที่ควร เป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์หลายด้านมาผสมผสานกันยากที่จะออกแบบการทดลองให้เสร็จภายใน 2 คาบ ทำให้นักเรียนรู้สึกเหมือนถูกจำกัดความคิด ดังที่ เชาวนา ยุทธสุนทร (เชาวนา ยุทธสุนทร 2514 : 15) พบว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อาจหยุดชะงักได้เมื่ออยู่ในภาวะจำกัด จึงทำให้กลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ค่าความถิกลดลงต่ำกว่า กลุ่มทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณักษ์ ชัยชาญกุล (วรณักษ์ ชัยชาญกุล 2526 : 68) พบว่า กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ค่าความ ถลดลงต่ำกว่าในการคิดโดยเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง

5. ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ค่าความถิกยิ่งหย่น ความถิกิริเริ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางไม่ทำให้ความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ค่าความถิกยิ่งหย่น ความถิกิริเริ่ม แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองอาจสั้นเกินไป นักเรียนต้องการเวลา ในการปรับตัวได้เข้ากับบรรยากาศการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลอง แบบไม่กำหนดแนวทางมากกว่านี้ ต่างกับการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการ ทดลองแบบกำหนดแนวทางตรงที่นักเรียนเคยชินแล้วจึงไม่คงใช้เวลาในการปรับตัว และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีอายุประมาณ 13 - 15 ปีเป็นวัยรุ่น ซึ่งมีระยะการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ จิตใจ ร่างกาย จะได้รับแรงกดดันทางสังคมอย่างมาก ชอบเอาแบบอย่างจากเพื่อน กำลังศึกษาบทาใหม่ของตน มีผลทำให้เกิดความ ไม่มั่นใจในตนเอง มีความวิตกกังวลสูง ภาวอิสระในความคิด หนึ่งความรู้สึกเหล่านี้ จะสกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ค่าความถิกยิ่งหย่น ความถิกิริเริ่ม ไม่สามารถคิดออกแบบการทดลองใหม่ ๆ แปลก ที่เป็นแบบฉบับของตนออกมาได้

คังที ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1964 : 94) กล่าวว่า เด็กในวัยรุ่น
จะมีแรงกดดันทางสังคมและการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายทำให้จิตใจเกิดความวิตกกังวลไม่สามารถถกเถียงโต้เถียงได้เต็มที่ จึงทำให้ความคิดสร้างสรรค์ลดลง ทั้งที่วิธีการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง จึงทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แจ็กสอกลัดจ์กับงานวิจัยของ อวิซชัย เขียนประสิทธิ์ (อวิซชัย เขียนประสิทธิ์ 2528 : 59) พบว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความถนัดพิเศษของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยของ นฤมล ยุทธาคม (นฤมล ยุทธาคม 2522 : 49) พบว่า หลังสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความถนัดพิเศษทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มาก สอดคล้องกับปรัชญาของวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ว่า วิทยาศาสตร์ จะต้องประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรที่จะส่งเสริมการสอนวิธีนี้ให้แพร่หลายมากขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน

1.2 การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทางสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ฉะนั้นผู้ที่สนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ควรที่จะนำวิธีสอนแบบนี้ไปทดลองใช้กันให้แพร่หลาย

เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดการปรับปรุงเทคนิคต่าง ๆ ในการสอนวิธีนี้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสภาพแวดล้อม ตัวนักเรียนได้อย่างดี อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนจนสามารถสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นมากมายในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 การทำการศึกษาวิจัย ถึงการพัฒนารูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง จำนวนกลุ่มที่ทำการทดลอง ฯลฯ

2.2 การทำการศึกษาวิจัย ถึงวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสอนแบบโครงการ การสอนแบบมีแบบฝึกกับไม่มีแบบฝึก การสอนแบบสาวิต กับการสอนแบบมีการทดลอง การสอนโดยการค้นพบ การสอนโดยใช้ชุดการเรียน ฯลฯ

2.3 การทำการศึกษาวิจัย ถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น ทักษะ ทักษะพิเศษ เพศ อายุ ระดับสติปัญญา การอบรมเลี้ยงดู อาชีพ ฐานะทางเศรษฐกิจ สภาพสังคมในชุมชนและในครัวเรือน ฯลฯ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โรงพิมพ์คุรุสภา 2511, 120 หน้า
- กอสักดิ์ ศรีน้อย การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 166 หน้า อักสำเนา
- คณะอาจารย์สอนวิจัย 521 เอกสารประกอบการสอนวิชาวิจัย 521 วิจัยทาง พฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 212 หน้า
- จริยา สุจารีกุล สรุปผลการวิจัยสมรรถภาพการสอนของครูสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร ทบวงมหาวิทยาลัย 2520, 72 หน้า
- เจริญผล สุวรรณโชติ "รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อความมั่นคงของชาติ"
วารสารมิตรครู 25 : 8 - 13 มกราคม 2526
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช เอกสารชุดการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช 2525, 335 หน้า
- ชม ภูมิภาค จิตวิทยาการเรียนการสอน ไทยวัฒนาพานิช 2516, 301 หน้า
- เชาธนา ยุทธสุนทร การศึกษาเปรียบเทียบความถนัดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียน ที่ใช้หลักสูตรปกติ กรุงเทพฯ ปริญญาพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 118 หน้า อักสำเนา

- เขาวินัย อายะวงศ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 250 หน้า อักข่าเนา
- ทัศนีย์ พุกนชฉัตร การสร้างแบบทดสอบความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ กศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 104 หน้า อักข่าเนา
- ทวีชัย เขียนประสิทธิ์ การศึกษาลักษณะนิสัยทางการเรียนและความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และจากการเรียนด้วยตนเอง วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2528, 158 หน้า อักข่าเนา
- ธีรชัย ปุณฺณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" วารสารสามัญศึกษา 10(0) : 30 - 39 มิถุนายน 2516
- นฤมล บุฑาคม อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ต่อความถนัดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 120 หน้า อักข่าเนา
- นิมิตร มาศเกษม การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะระหว่างวิธีสาธิตและปฏิบัติการทดลอง วิทยานิพนธ์ กศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 135 หน้า อักข่าเนา
- ประทุม ทองพูน การเปรียบเทียบความถนัดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 95 หน้า อักข่าเนา
- ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524, 104 หน้า

ประหยัค จันทรมงกุฏ และประสพสันต์ อักษรมัต วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา

โรงพิมพ์คุรุสภา 2518, 63 หน้า

ปรีชา ชูวงศ์ศิริ "ความหมายและองค์ประกอบเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์" เอกสาร
ชุดวิชาสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย

ธรรมสาร 2525, 335 หน้า

พจน์ สะเพียรชัย "ทัศนทางการศึกษา" จุลสารการศึกษา 7(3) กุมภาพันธ์

2526

พรพิมล ชาญชัยเชาวนวิวัฒน์ ผลการสอนแบบสืบสวนนิคฤถามและนักเรียนช่วยกัน
ถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 128 หน้า อัดสำเนา

พรรณี ชูทัย จิตวิทยาการเรียนการสอน พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 266 หน้า

พเยาว์ ทักนิณ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถม
ปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่าง

อิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเรื่อง ปรินฎานิพนธ์ คค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2523, 213 หน้า อัดสำเนา

มาลินี เหมะจุลินทร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเพาะช่าง วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 90 หน้า อัดสำเนา

มานี จันทวิมล "หลักสูตรวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา" ข่าวสาร

สสวท. 9 - 13 กรกฎาคม 2520

ยงสุข รัตติมาศ "การจัดกิจกรรมการทดลองแบบเปิด การสอนวิทยาศาสตร์

แบบอินโกลรี" วารสารครูศาสตร์ 6 ตุลาคม - พฤศจิกายน 2514

- สุเทพ อุตสาหะ การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โรงพิมพ์สหประชา
2526, 139 หน้า
- สุมาลี กาญจนชาติ การพัฒนาคณิตศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
อายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2525, 81 หน้า อักสำเนา
- สุรวุฒิ สุชินโรจน์ การเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวน ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำ
ปฏิบัติการ วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 157 หน้า
อักสำเนา
- สุวัชร นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517,
240 หน้า
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ 2519, 24 หน้า
- สมใจ อ่องสุวรรณ การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active
Inquiry) ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2515, 130 หน้า อักสำเนา
- สัญญา ทิพเสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้น
ทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 99 หน้า อักสำเนา
- เสงี่ยม วิไลวัฒน์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และ
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 100 หน้า อักสำเนา

อนันต์ จันทร์แก้ว ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง
(ม.ศ. 2) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง (ม. 2) ปริญญาโท กศ.ด.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 155 หน้า อัดสำเนา
 อารี สัมทนต์ "วิธีสอนแบบสร้างสรรค์" ในรายงานการประชุมทางวิชาการ
ครั้งที่หนึ่ง พ.ศ. 2510 กรมสามัญศึกษา พระนคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
 2518, 305 หน้า

อุทัย ชีวชนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน โดยเน้นทักษะขั้นสูง
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 101 หน้า อัดสำเนา

Bill, Frank Lynn. "Developing Creativity Through Inquiry,"
Science Education. 55(3) : 417 - 412, 1971.

Carin A.A. and R.B. Sund. Teaching Science Through Discovery.
 Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1971. 710 p.

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

Cannon, Richard Allen. "A Comparison of Two Laboratory Methods
 Investigation Interest and the Understanding of the Process
 of Science in a General Education Physical Science Process,"
Dissertation Abstracts International. 36(5) : 4379 - A,
 1976.

Crocker, Robert K. and others. "A Comparison of Structured and
 Unstructured Modes of Teaching Science Process Activities,"
Journal of Research in Science Teaching. 13(3) : 267 - 274,
 1976.

De Cecco, John F. The Psychology of Learning and Instruction :
 Educational Psychology. Englewood Cliffs, New Jersey
 Prentice-Hall Inc., 1968. 800 p.

Good Carter V. Dictionary of Education. McGraw-Hall Company
 1973. 498 p.

- Guilford J.P. The Nature of Human Intelligence. New York, McGraw-Hill Book Company 1967. 579 p.
- Hill, Brenda W. "Using College Chemistry to Influence Creativity," Journal of Research in Science Teaching. 2 : 72 January 1976.
- Hutchinson, E.D. How to Think Creatively. New York Abingdon Press 1949. 237 p.
- Jacknicke, Kenneth Gordon. "A Comparision of Teacher and Student outcomes of Science A Process Approach and an Alternative Program in School Grade Two Classroom," Dissertation Abstracts. 36 : 3040 - A, November 1975.
- Knopk, H.J. and Nancy L. Diekelmann. Approaches to Teaching in the Health Sciences Reading. Mass : Addison-Wesley, 1978. 521 p.
- Mc Candless, Boyd R. Children and Youth : Psychosocial Development. New York Holt, 1973. 521 p.
- Mc Cormack, Alan J. "Effects of Selected Teaching Methods on Creative Thinking, Self Evaluation, and Achievement of Students Enrolled in an Elementary Science Education Method Course," Science Education. 55(3) : 301 - 3051, 1971.
- Nelson L. Bossiong. Developing the Core Curriculum. New Jersey Prentic Hall, 1958. 386 p.
- Ney Marshall A. and Associates. "A Process Approach to Teaching Science," Science Education. 55 : 201 - 203, April - June 1971.
- Penick, John E. "Creative in Fifth - Grade Science Students the Effects of Two Patterns of Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 13(4) : 307 - 314, 1976.
- Piltz Albert and Robert Sund. Creative Teaching of Science in the Elementary School. Englewood Cliff N.J. Prentice Hall, 1968. 310 p.
- Rilly, Josp Philipp. "The Effect of Science Process Training on Preaservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts. 35 : 5152 - A, Febuary 1975.

- Romey, William A. Inquiry Techniques for Teaching Science. Englewood, New Jersey; Prentice Hall, Inc., 1968. 342 p.
- _____. "What is Your Creativity Quotient ?," School Science and Mathematics. 70(1) : 3 - 8, 1970.
- Rutherford, F. James. The Role of Inquiry in Science. N.J. Prentice Hall, 1968. 430 p.
- Spears, Jacqueline and Dean Zollman. "The Influence of Structured Versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding the Process of Science Teaching," Journal of Research in Science Teaching. 14(1) : 33 - 38, 1977.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Student Centered Teaching in the Secondary School. Columbus Ohio, A Bell & Howell Co., 1974. 631 p.
- _____. Teaching Science by Inquiry. Ohio, Charles E. Merrill Publishing, 1967. 357 p.
- Taylor Calvin W. Creativity Progress and Potential. New York McGraw - Hill Book Co., 1964. 241 p.
- _____. "Multiple Talent Approach : at teaching scheme in which most students can be above average," The Instructor. 28 April, 1968. 142 - 144.
- Torrance, E. Paul. Education and the Creative Potential. Minneapolis, The Lund Press, Inc., 1964. 167 p.
- _____. Encouraging Creativity in the Classroom. Dubuque Iowa W.M.C. Brown Company Publishers, 1974. 416 p.
- Vaneck, Eugenia Ann Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522 - A, September 1974.
- Washton, Nathans. Teaching Science Creatively. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1967. 430 p.

Weigand, James E. Developing Teacher Competencies. Englewood
Cliff, New Jersey : Prentice - Hall; Inc., 1971. 523 p.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design.
McGraw - Hill Book Company, Inc., New York 1971. 672 p.

ภาคผนวก

แสดงค่า p, r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่		
	p	r
1	0.2	0.266
2	0.35	0.366
3	0.40	0.600
4	0.5	0.333
5	0.45	0.366
6	0.4	0.533
7	0.38	0.433
8	0.61	0.366
9	0.4	0.733
10	0.63	0.266
11	0.233	0.533
12	0.533	0.333
13	0.51	0.233
14	0.466	0.533
15	0.28	0.233
16	0.25	0.233
17	0.65	0.366
18	0.466	0.466
19	0.30	0.466
20	0.466	0.666
21	0.30	0.20
22	0.33	0.40
23	0.333	0.266
24	0.60	0.40
25	0.433	0.466
26	0.416	0.3

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

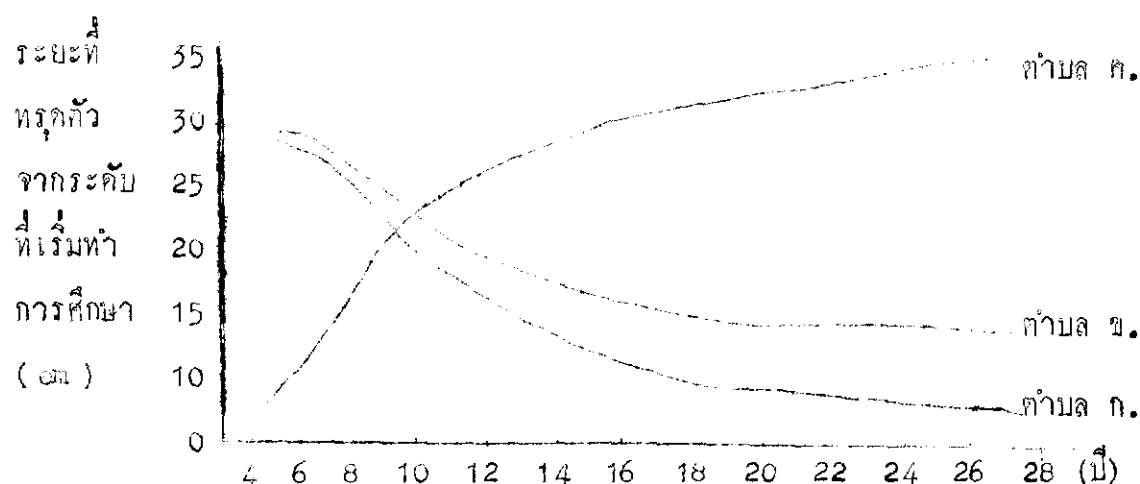
1. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลอง เติมน้ำในเตาอบที่อุณหภูมิห้อง 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงนำออกมาจากเตาอบ ปรากฏว่าน้ำในเตาอบมีรอยแตกกระจายมากขึ้น นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
 - ก. ความร้อนทำให้น้ำในเตาอบกลายเป็นไอน้ำ
 - ข. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นน้ำจะมีการสลายตัว
 - ค. ความร้อนทำให้น้ำในเตาอบระเหยไปจนหมด
 - ง. ความร้อนทำให้น้ำในเตาอบมีความดันมากขึ้น น้ำจึงแตกกระจาย
 - จ. ความร้อนทำให้น้ำในเตาอบมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเตา เติมน้ำจนเต็ม
2. นักเรียนคนหนึ่ง นำดินทราย หินปูน หินแกรนิต หินชนวน ไปหั่นจนกระทั่งปรากฏว่า ปรากฏเป็นรอยบนกระจกที่สุกไปหมดที่สุด ดังนี้ หินแกรนิต หินทราย หินปูน หินชนวน จากเหตุการณ์ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร
 - ก. หินที่มีรูปร่างมากจะนำไฟฟ้าได้ดี
 - ข. หินทุกชนิดสามารถหั่นจนกระทั่งแตกได้
 - ค. หินที่มีความแข็งมากจะหั่นจนกระทั่งแตกได้มากที่สุด
 - ง. หินแต่ละชนิดมีแร่ที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน
 - จ. หินที่ใช้ทำกระจกจะมีเนื้อและสีเหมือนกระจก
3. จากการสังเกตชายฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาของนักเรียนคนหนึ่ง ในขณะที่เรือล่องแม่น้ำเจ้าพระยาพบว่า ชายฝั่งที่มีคันแสด โกงกาง โสม ขึ้นอยู่เต็มไปหมดจะไม่ค่อยว่างเว้นจากชายฝั่งที่ไม่มีคันแสด โกงกาง โสม จะถูกน้ำกัดเซาะให้แหว่ง ๆ เว้า ๆ บางครั้งก็เว้าเข้าไปถึงเส้าบ้านของคนอาศัยอยู่ริมฝั่งน้ำจากเหตุการณ์จะตั้งสมมติฐานว่า
 - ก. กระแสน้ำมีอิทธิพลต่อลักษณะชายฝั่ง
 - ข. คันบริเวณชายฝั่งที่แหว่ง เว้า ไม่เหมาะแก่การปลูกพืช
 - ค. ชนิดของพืชชายฝั่งน้ำแสดงถึงฐานะเศรษฐกิจของผู้อยู่อาศัย
 - ง. ปลูกต้นไม้ชายฝั่งน้ำจะช่วยป้องกันการกัดเซาะของน้ำได้
 - จ. บริเวณชายฝั่งที่มีคันแสด โกงกาง ขึ้นอยู่เต็มไปหมดจะต่างชนิดกันด้วย

4. นักธรณีวิทยาลัง เกิดลักษณะของหินตะกอนที่เกิดจากการทับถมของทรายบริเวณชายแม่น้ำท่าจีน พบว่า มีลักษณะโดยส่วนรวมนี้อย่างไร ส่วนล่างของก้อนหินจะประกอบด้วยเม็ดทรายขนาดใหญ่ และชั้นถัดขึ้นมาจะมีเม็ดทรายขนาดเล็ก เรียงตามลำดับ มีการซ้อนตัวอัดแน่นจากเหตุการณ์นี้ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร
 - ก. ความแรงของกระแสน้ำไม่มีผลต่อการพัดพาของตะกอน
 - ข. เม็ดทรายขนาดเล็กจะไม่ถูกพัดพาและทับถมให้เกิดตะกอน
 - ค. ตะกอนของหินทรายทุกชนิดต้องเกิดจากบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนแห่งเดียว
 - ง. เม็ดทรายขนาดใหญ่จะตะกอนลงมา และทับถมก่อนเม็ดทรายขนาดเล็ก
 - จ. กระแสน้ำในแม่น้ำท่าจีนค่อนข้างไหลแรงมาก จึงเกิดการทับถมของตะกอนได้
5. ในการเลือกซื้อดินมาถมเพื่อปลูกบ้านและปลูกต้นไม้ของเกษตรกรคนหนึ่งทำดังนี้ ซื้อดินชั้นบนในราคาแพงกว่า ดินชั้นล่างมาถมที่รอบ ๆ ทั่วบ้าน ส่วนทั่วบ้านใช้ดินชั้นล่างมาถมจากเหตุการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร จึงจะเหมาะสมที่สุด
 - ก. ดินชั้นบนเหมาะแก่การปลูกพืชมากกว่าดินชั้นล่าง
 - ข. ดินชั้นล่างมีสารอินทรีย์มากกว่าดินชั้นบนไม่ทำให้เสียบ้าน
 - ค. ดินชั้นบนมีความเป็นกรดแก่ หรือเบสแก่ จะทำให้ปลูกต้นไม้ง่าย
 - ง. ดินชั้นบนไม่เหมาะแก่การขุดหลุม ฝังเสาเพราะดินเหนียวและละเอียด
 - จ. ดินชั้นล่างมีความพรุนมากกว่าดินชั้นล่าง จึงซึมซับน้ำได้มาก น้ำจึงไม่ท่วม
6. นักธรณีวิทยาได้นำสนิมเหล็ก เกษดินปูน ไปอัดแน่นด้วยความร้อนสูง ๆ ที่อุณหภูมิ 500 เซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปรากฏว่าดินปูนและสนิมเหล็กมีลักษณะเป็นก้อนแข็งคล้ายหินลูกรัง จากเหตุการณ์นี้นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
 - ก. สนิมเหล็กเกิดจากหินลูกรังเพียงอย่างเดียว
 - ข. หินลูกรังเป็นหินแปรที่สึกกร่อนด้วยพลังงานกล
 - ค. เศษหินที่มาอัดแน่นด้วยความดัน ความร้อนสูง ๆ มาจากหินลูกรัง
 - ง. หินลูกรังเกิดจากการรวมตัวทางเคมีของสนิมเหล็กเพียงอย่างเดียว
 - จ. หินลูกรังเกิดจากการอัดแน่นของเศษหินปูนโดยมีสนิมเหล็กเป็นตัวประสาน

7. จากการสำรวจของนักธรณีวิทยาพบว่าบริเวณภูเขาแห่งหนึ่ง พื้นดินแข็งมีการสึกกร่อนปีละ 1 เซนติเมตร แต่เนื้อดินจะมีความหนาเพิ่มขึ้น 0.5 เซนติเมตร จากเหตุการณ์นี้จะทั้งสมมติฐานใดว่าอย่างไร
- ดินสึกกร่อนกลายเป็นดิน
 - ดินมีองค์ประกอบแร่มากกว่าดิน
 - ดินจะมีความหนาแน่นมากกว่าดิน
 - ดินจะมีการทรุดตัวปีละ 1.5 เซนติเมตร
 - อัตราการสึกกร่อนของดินมากกว่าอัตราการเกิดดิน
8. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำก้อนดินชนิดเดียวกันมา 2 ก้อน มีรูปร่างเป็นก้อนกลมและเป็นแผ่นบาง ๆ ซึ่งหนักเท่ากันแล้วนำมาวางรองรับน้ำตกที่ตกลงมาจากท่อสูบน้ำขนาดใหญ่เป็นเวลา 4 วัน จึงนำไปชั่งน้ำหนักของก้อนดินใหม่และสังเกตดูขนาด, รูปร่างของก้อนดินทั้งสอง จากการทดลองนี้ ท่านคิดว่านักเรียนผู้นี้จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- ความหนาแน่นของน้ำสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวของก้อนดิน
 - ความหนาแน่นของน้ำสัมพันธ์กับระยะเวลาที่สูบน้ำออกมา
 - ความหนาแน่นของน้ำสัมพันธ์กับขนาดและน้ำหนักของก้อนดิน
 - ความหนาแน่นของน้ำสัมพันธ์กับสมบัติการขยายตัวของก้อนดิน
 - ก้อนดินชนิดเดียวกันมีความหนาแน่นสัมพันธ์กับพื้นที่ผิว น้ำหนักของก้อนดิน
9. ถ้านักเรียนต้องการพิสูจน์สมมติฐานที่ว่า "หทัยมิจริงของงามไค้ดีในดินที่มี p^H มากกว่า 7" นักเรียนคิดว่าวิธีใดต่อไปนี้ดีที่สุด
- ปลูกหทัยมิจริงในดินที่มี p^H มากกว่า 7
 - ปลูกหทัยมิจริงในดินที่มี p^H น้อยกว่า 7
 - ปลูกหทัยมิจริงในดินที่มี p^H เท่ากับ 7
 - ปลูกหทัยมิจริงในดิน 2 ชนิดที่มี p^H น้อยกว่า 7 และมากกว่า 7
 - ปลูกหทัยมิจริงในดิน 2 ชนิดที่มี p^H น้อยกว่า 7 และเท่ากับ 7

10. สมมติฐานที่ว่า "แหลมเกิดจากการ สะสมทับถมของตะกอน" จะเป็นที่ยอมรับเมื่อใด

- ก. เมื่อมีการทับถมในหนึ่งปี
- ข. เมื่อแหลมเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ค. เมื่อเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์
- ง. เมื่อมีการเกิดสันดอนตามแม่น้ำทาง ๆ
- จ. เมื่อมีการทดลองไม่ว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร



11. ข้อใดแสดงความหมายของกราฟนี้ได้ดีที่สุด

- ก. ที่ตำบล ก และ ค ดินจะทรุดตัวช้ากว่าที่ตำบล ข เพราะเป็นชั้นหินแข็ง
- ข. ที่ตำบล ก และ ข, ค จะมีการทรุดของดินเพิ่มเป็นเวลา 20 ปี หลังจากนั้นจะไม่ทรุดตัวอีก
- ค. ที่ตำบล ก และ ข จะมีการทรุดตัวของดินเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ที่ตำบล ค จะมีการพอกพูนของดิน
- ง. การทรุดตัวของดินเมื่อ 8 ปีขึ้นไปที่ตำบล ค จะคงที่ ยกเว้นตำบล ก และ ข จะลดลงเรื่อย ๆ
- จ. เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้นอัตราการทรุดตัวของดินในแต่ละปี ในตำบล ก กับ ตำบล ข ยิ่งแตกต่างกันมากขึ้น

12. จากการวัดค่า p^H ของดิน 3 ชนิด พบว่าดิน A มีค่า $p^H = 2$, ดิน B มีค่า $p^H = 5$, ดิน C มีค่า $p^H = 8$ สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ดินทั้ง 3 ชนิดมีสมบัติเป็นกรด
- ข. ดิน A มีสมบัติเป็นเบสมากกว่าดิน B และดิน C
- ค. ดิน A และดิน C สมบัติเป็นกรดมากกว่าดิน B
- ง. ดิน A มีสมบัติเป็นเบสมากกว่าดิน B ส่วนดิน C มีสมบัติเป็นกรด
- จ. ดิน A มีสมบัติเป็นกรดมากกว่าดิน B ส่วนดิน C มีสมบัติเป็นเบส

13. ตารางบันทึกผลการซึมซับน้ำของดินชนิดต่างกัน

จำพวกของดิน	ปริมาตรดิน (cm^3)	ปริมาณน้ำที่ไหลไป (cm^3)	เวลาใช้ในการเคลื่อนที่ของน้ำถึง กนกษณะ
ดินเหนียว	30	10	11 วินาที
ดินร่วน	30	10	7 วินาที
ดินทราย	30	10	4 วินาที

จากการบันทึกผลการทดลองนี้นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไร

- ก. การซึมซับน้ำของดินขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหล
- ข. ดินต่างชนิดกันมีปริมาณต่างกันจะซึมซับน้ำได้ต่างกัน
- ค. ขนาดอนุภาคของดินมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของน้ำ
- ง. ดินแต่ละชนิดซึมซับน้ำได้ต่างกันดินทรายซึมซับน้ำได้ดีที่สุด
- จ. ดินชนิดเดียวกันมาจากแหล่งที่ต่างกันมีการอุ้มน้ำและซึมซับน้ำได้ต่างกัน

14. ตารางแสดงชนิดของอาหารสัตว์ที่บริโภค

ชนิดของสัตว์	อาหารที่บริโภค
ควาย	พืช
กระต่าย	พืช
สิงห์โต	สัตว์
หมูป่า	พืชและสัตว์
นก	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
จิ้งจอก	สัตว์

ข้อมูลที่ได้อาจสรุปว่าอย่างไรจึงจะเหมาะสม

- ก. พืชเป็นอาหารสัตว์เป็นสัตว์บริโภค
- ข. นกและแมวกินแต่สัตว์ก็มีชีวิตอยู่ได้
- ค. วัว ควาย เป็นสัตว์ใหญ่จึงกินพืชเป็นอาหาร
- ง. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวกคือ กินพืช กินสัตว์ กินทั้งสัตว์และพืช
- จ. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินเฉพาะพืช แต่สัตว์เลื้อยคลานจะกินเฉพาะสัตว์ และสัตว์ปีกกินทั้งพืชและสัตว์

15. ตารางบันทึกผลการงอกของถั่วเขียว 2 กระป๋องที่เพาะไว้ในที่มีคและที่มีแสงสว่างใช้ชนิดเดียวกันรดน้ำเท่ากัน

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ดที่งอก (เมล็ด)	ความสูงเฉลี่ย (cm)
1. วางในที่มืด	35	5
2. วางในที่ที่มีแสงสว่าง	22	3

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ต้นถั่วเขียวเจริญเติบโตได้ดีในที่มืด
- ข. แสงสว่างไม่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
- ค. ต้นถั่วเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีแสงสว่าง
- ง. ปริมาณของน้ำทำให้เมล็ดในที่มืดงอกได้ดีกว่าในที่ที่มีแสง
- จ. ชนิดของดินในที่มืดและที่สว่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

16. ในการศึกษาอัตราการงอกของแท่งวัตถุที่ทำจากแท่งวัสดุต่างกันมีรูปร่างเหมือนกันได้ผลดังตารางต่อไปนี้

แท่งวัตถุ	วัสดุที่ทำ	รูปทรง	เวลาที่กลิ้งถึงพื้น (วินาที)
ก	โลหะ	ทรงกลม	15
ข	โลหะ	ทรงกระบอก	37
ค	พลาสติก	ทรงกลม	15
ง	พลาสติก	ทรงกระบอก	37

ข้อสรุปที่ได้จากการวางนี้สรุปได้ว่า

- ก. วัตถุทุกชนิดจะมีอัตราในการกลิ้งเท่ากัน
- ข. วัตถุต่างชนิดกันมีอัตราในการกลิ้งต่างกัน
- ค. วัตถุชนิดเดียวกันรูปทรงไม่มีผลต่ออัตราการกลิ้ง
- ง. วัตถุที่มีรูปทรงเหมือนกันจะมีอัตราในการกลิ้งเท่ากัน
- จ. วัตถุที่ทำจากวัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะมีอัตราเร็วในการกลิ้ง

17. การวางแผนการเคลื่อนย้ายการเค้นของชีพจรของคน

เวลา (นาฬิกา)	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
ค่าเฉลี่ยการเค้นชีพจร (จำนวนครั้ง/นาที)	65	65.3	67	69	69.6	70	68.1	67	66

จากการวางแผนที่ข้อมูลนี้จะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

- ก. ในเวลากลางวันคนจะมีอัตราการเค้นของชีพจรสูงที่สุด
- ข. ในตอนเช้าอัตราการเค้นของชีพจรจะสูงกว่าในตอนกลางวัน
- ค. ในตอนบ่ายอัตราการเค้นของชีพจรจะเท่ากับในตอนเจ็ดโมงเช้า
- ง. ในตอนเช้ามือัตราการเค้นของชีพจรต่ำจึงไม่ควรออกกำลังกายมากในตอนเช้า
- จ. ในตอนเที่ยงเป็นเวลาที่มีการเค้นชีพจรสูง จึงควรนอนหลับอย่างเต็มที่ในช่วงนี้

18. ความสามารถในการละลายน้ำ ($\text{g} / \text{น้ำ } 100 \text{ cm}^3$) ของสาร P, Q, R, S

และ T มีปรากฏในตาราง

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	P	Q	R	S	T
0	13.0	35.7	4.0	13.0	4.8
10	21.0	35.9	10.0	12.0	9.0
20	31.0	36.0	15.0	10.0	19.5
30	45.0	36.3	23.0	9.4	40.9
40	64.0	36.6	31.0	8.5	48.8
50	86.0	37.0	49.0	7.3	45.7
60	111.0	37.2	67.0	6.0	45.3
70	139.0	37.9	101.0	9.3	44.0

ขณะที่อุณหภูมิเป็น 70°C สารใดมีความสามารถในการละลายเป็นอันดับ 1 และ 2 ตามลำดับ

ก. P,Q

ข. P,R

ค. Q,S

ง. Q,S

จ. R,T

19. อุปกรณ์ในข้อใดจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบการทดลองเพื่อทำให้ทราบว่า "ปุ๋ยคอก จะอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินเหนียว"

ก. ปุ๋ยคอก ดินเหนียว กระป๋องนม เเจาะรูที่ก้นกระป๋องขนาดเท่ากัน 2 ใบ
บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 2 ใบ บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 2 ใบ
ผ้าขาวบาง น้ำ

ข. ปุ๋ยคอก ดินเหนียว บีกเกอร์ขนาด 500 cm^3 2 ใบ หลอดหยด 2 อัน น้ำ
เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน

ค. ปุ๋ยคอก ดินเหนียว บีกเกอร์ขนาด 10 cm^3 2 ใบ โกร่งบดขยา กระดาษ
ยูนีเวอร์อินดิเคเตอร์ ซอนเบอร์ 1 จำนวน 2 อัน

ง. ปุ๋ยคอก ดินเหนียว บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 2 ใบ คลอริมิเตอร์ 2 อัน
ไม้บรรทัด, ซอนเบอร์ 1 จำนวน 2 อัน น้ำ

จ. ปุ๋ยคอก ดินเหนียว ดินน้ำมัน ถ้วยยูริศา บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
กระบอกตวงขนาด 100 cm^3 1 อัน, น้ำ

20. จากสมมติฐานที่ว่า กาแฟผงละลายน้ำได้ดีกว่า น้ำตาลทรายและนมผง นักเรียนจะเลือก
อุปกรณ์ข้อใดมาใช้ในการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ก. บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 3 ใบ นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน, กาแฟผง,
น้ำตาลทราย, นมผง ซอนเบอร์หนึ่ง 3 อัน น้ำ 300 cm^3

ข. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 3 ใบ, แท่งแก้วคน 3 อัน, กาแฟผง, น้ำตาลทราย
นมผง กระบอกตวง, น้ำร้อน, น้ำเย็น

ค. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 3 ใบ ตะเกียง 5 ดวง, น้ำมันก๊าด, ดินสอเขียนแก้ว
กระดาษลิตมัสสีแดง - น้ำเงิน อย่างละ 3 แผ่น

ง. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด คาลอริมิเตอร์ 3 ใบ เฮอร์ไมติกเกอร์ 3 อัน นมผง น้ำตาลทราย กาแฟผง

จ. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 2 ใบ ตะเกียงอัลกอฮอล์ หลอดทดลองขอ
ขนาดกลาง 10 หลอด หลอดนี้คยา 3 อัน, กระบอกตวง

21. จากการทดลองของมัลลี เพื่อต้องการทราบว่า น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ จะทำ

ปฏิกิริยากับดินปูนแล้วเกิดฟองก๊าซทำดังนี้

ขั้นที่ 1 นำนํ้าฝนและนํ้ากลั่นมาอย่างละ 100 cm^3

ขั้นที่ 2 ใสหลอดหยดกลุณํ้าฝนมาหยดบนกระดาษลิตมัสสีแสดและสีน้ำเงิน สังเกตดู
การเปลี่ยนสีจดบันทึกไว้

ขั้นที่ 3 นำนํ้าฝนไปหยดลงบนดินปูนสัง เกตดูการเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 นำนํ้ากลั่นไปหยดลงบนดินปูนสัง เกตดูการเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 5 นำนํ้าปูนใสมาหยดลงบนดินปูนสัง เกตดูการเปลี่ยนแปลง

นักเรียนคิดว่าผลการทดลองข้อใดของมัลลีที่ไม่จำเป็นของคำตอบ

ก. ขั้นที่ 1

ข. ขั้นที่ 2

ค. ขั้นที่ 3

ง. ขั้นที่ 4

จ. ขั้นที่ 5

22. สมมติคํานํ้ากระป๋องนมผงมีขนาดและรูปร่างเท่ากัน 2 ใบ มาเจาะรูที่ก้นโดยใบที่ 1

เจาะรู 2 รู ขนาดของรู 2 cm ใบที่สองเจาะ 2 รู ขนาดรูละ 1.0 cm

ต้องการทราบว่า "เมื่อเทน้ำลงในกระป๋องทั้งสองกระป๋องใดจะให้น้ำไหลออกช้ากว่ากัน"

ข้อใดไม่จำเป็นของควบคุมให้เท่ากันสำหรับกระป๋องทั้งสอง

ก. พื้นที่ของก้นกระป๋องทั้งสอง

ข. ขนาดและรูปร่างของกระป๋องทั้งสอง

ค. ปริมาณน้ำที่เทลงในกระป๋องทั้งสอง

ง. จำนวนรูที่เจาะที่ก้นกระป๋องทั้งสอง

จ. เวลาที่เริ่มนับในการไหลของน้ำจากกระป๋องทั้งสอง

23. นักเรียนคนหนึ่งดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบว่า "ความสูงของต้นข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณของรังสีแกมมาที่ให้อาบบเมล็ดข้าวก่อนปลูก" ได้ดำเนินการทดลองดังนี้
- (1) นำเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด ที่มีขนาดเท่ากันโดยแบ่งใส่ถาด ๆ ละ 25 เมล็ด จำนวน 4 ถาด เขียนหมายเลขถาด 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ
 - (2) นำเมล็ดข้าวทั้ง 4 ถาดไปอาบบรังสีแกมมา โดยมีปริมาณรังสีต่างกันดังนี้ 10, 15, 20, 25 แร่ง ตามลำดับ
 - (3) นำเมล็ดข้าวจากข้อ 2 ไปปลูกในกระถาง 1, 2, 3, 4 ให้อตรงกับหมายเลขถาดที่ใส่เมล็ดข้าวอาบบรังสีแกมมา โดยควบคุมชนิดของดินเหมือนกัน ขนาดกระถางเท่ากัน
 - (4) รดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน ทุกวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
 - (5) วัดความสูงต้นข้าวแต่ละกระถางและหาค่าเฉลี่ยของความสูงในแต่ละกระถาง มาเปรียบเทียบกัน

จากการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่า ข้อใดไม่เหมาะสม

- ก. ชั้นที่ 1 ไม่ควบคุมต้นข้าว
 - ข. ชั้นที่ 2 ไม่บอกเวลาที่ให้อาบบรังสี
 - ค. ชั้นที่ 3 ไม่ควบคุมสภาวะแวดล้อมของกระถาง
 - ง. ชั้นที่ 4 ระยะเวลาในการทดลองนานไป
 - จ. ชั้นที่ 5 วัดเส้นรอบวงของลำต้นต้นข้าว
24. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "วิธูปสีเหลืองลุกไหม้เป็นเวลานานกว่าสีอื่น" ได้ดำเนินการทดลองดังนี้
1. นำวิธูปทรงลูกบาศก์กว้างด้านละ 5 นิ้ว ซึ่งทำด้วยเงิน สังกะสี แก้ว พลาสติก มาอย่างละ 1 อัน
 2. ทดลองใช้ไฟที่ปลายวิธูปด้านใดด้านหนึ่ง หัวเข้กับวิธูปทั้ง 4 ชนิด
 3. จากข้อ 2 นำวิธูปนี้ไปลอยน้ำเพื่อหาความหนาแน่นของวิธูปว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ

4. ใช้เทียนไขสลายจำนวนหนึ่งของวัตถุที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่ติดเทียนไขไว้ ทำเช่นนั้น
กับวัตถุทั้ง 4 ชนิด
5. จับเวลาที่เทียนไขบนวัตถุทั้ง 4 ละลายมาเปรียบเทียบกัน
จากการทดลองขั้นใดไม่จำเป็นต่อการทดลอง
- ก. ขั้นที่ 1 ข. ขั้นที่ 2 ค. ขั้นที่ 3 ง. ขั้นที่ 4 จ. ขั้นที่ 5
25. ถ้าจะทดลองว่า ปุ๋ยออกฤทธิ์กับน้ำได้กี่กรัม คำนวณ ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชุดใดจึงจะเหมาะสม
- ก. กรวย, บีกเกอร์ 250 cm^3 2 ใบ, กระดาษกรอง, กระบอกวง
- ข. กระเบื้อง, ขอนโลหะ, ขวดรูปม้วน, บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 2 ใบ
- ค. หลอดหยด, กระจกบานนาฬิกา, หลอดทดลองขนาดกลาง, ลายไฟ
- ง. เครื่องชั่ง, ลูกโป่ง, ร่อนขนาดเล็กลง, แผ่นไม้กว้าง 3 + 4 + 5 cm
- จ. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมสายยาง, แท่งแก้วคน, กระจกทราย
26. นักธรรมชาติวิทยาคนหนึ่งต้องการทดลองว่า ก้อนดินที่มีผิวเรียบเกลี้ยงกลมตามน้ำหนักหนึ่ง
มาจากการกระทำของกระแสน้ำ จึงทำการทดลองดังนี้
- ขั้นที่ 1 นำก้อนดินมา 10 ก้อน ที่มีผิวขรุขระและถ่ายรูปก้อนดินแต่ละก้อนไว้และยังเติล็กแหลม
ทำเครื่องหมายไว้
- ขั้นที่ 2 ใช้สีเขียนหมายเลขก้อนดินไว้ ทั้งแก็ก้อนที่ 1 ถึง 10
- ขั้นที่ 3 นำก้อนดินทั้ง 10 ก้อนไปทิ้งที่ตื้นน้ำตื้น และปล่อยให้กระแสน้ำพัดพา
- ขั้นที่ 4 หักสัปดาห์สำรวจว่าก้อนดินถูกพัดพาไป ทำเช่นนั้นเป็นเวลา 1 ปี
- ขั้นที่ 5 เก็บก้อนดินที่สำรวจได้มาสัง เกล็ดลักษณะผิวเปรียบเทียบกับรูปถ่ายที่ถ่ายไว้เดิม
- จากการทดลองนี้ข้อใดไม่เหมาะสมที่สุด
- ก. ขั้นที่ 1 การนำก้อนดินทั้ง 10 ก้อนมาซึ่งหาน้ำหนักก่อนทิ้งลงน้ำ
- ข. ขั้นที่ 3 ก้อนดินที่ทิ้งในน้ำตื้นจะมีการผุพังน้อยที่สุดจึงควร ไปทิ้งในแม่น้ำ
- ค. ขั้นที่ 4 เวลาที่ใช้ในการสำรวจจะระยะสั้นเกินไปกว่าที่ก้อนดินจะสึกกร่อนได้
- ง. ขั้นที่ 5 ไม่จำเป็นต้องถ่ายรูปไว้เปรียบเทียบสัง เกล็ดด้วยตาเปล่าก็ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง
- จ. ขั้นที่ 2 เพราะการ เขียนหมายเลขก้อนดินเดิมอาจลบเลือนได้เนื่องจากกระแสน้ำ

แผนการสอนที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศจำลอง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนจะสามารถ

1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย การเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศได้
2. อธิบายลักษณะภูมิประเทศในอวกาศและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากร่องรอยที่เหลืออยู่
3. สรุปได้ว่า น้ำเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ภูมิประเทศเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งมีรูปการเกิดเกาะกลางน้ำ และกิจกรรมที่ระบุไว้ มาให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่วางไว้จากสถานการณ์ที่ 1
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานต่อหน้าชั้น เพื่อสรุปผล

การเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรสถานการณ์ที่ 1
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 2 เรื่อง หินแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของหินขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของหิน ตลอดจนภาวะแวดล้อม
2. สรุปได้ว่า พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานเคมีเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรสถานการณ์ที่ 2 ซึ่งมีรูปหินงอกหินย้อย และกิจกรรมที่ระบุไว้นำให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางไว้ จากสถานการณ์ที่ 2
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานต่อหน้าชั้นเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรสถานการณ์ที่ 2
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 3 เรื่อง กระบวนการที่ทำให้หินเปลี่ยนแปลง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนจะสามารถ

1. ให้เหตุผลได้ว่า เมื่อกินเหนียวได้รับความร้อนจากแสงแดด สีของกินเหนียวจะจางลงและเนื้อกินเหนียวเปลี่ยนไป เพราะน้ำที่อยู่ในกินเหนียวระเหยไป
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ เมื่อได้รับความร้อนได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งมีภาพหินแตกกระแทง และโซ่หินอยู่ในที่โล่งกลางแสงแดด พร้อมกับกิจกรรมที่ระบุไว้มาให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองความเนวหวางที่กำหนดไว้จากบัตรสถานการณ์ที่ 3
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานหน้าชั้น เพื่อสรุปผลการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรสถานการณ์ที่ 3
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 4 เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อนและตกพา

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า การสีกร่อนและตกพาโดยน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว ปริมาณของน้ำ ลักษณะท้องน้ำ
2. อธิบายได้ว่าในการพัดพาของตะกอนนั้น ตะกอนขนาดเล็กจะเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าตะกอนขนาดใหญ่
3. อธิบายสาเหตุที่ทำให้ตลิ่งพัง และวิธีป้องกันได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรสถานการณ์ที่ 4 ซึ่งมีรูปคลื่นบริเวณที่ราบลุ่มและที่ราบสูง พร้อมกับกิจกรรมที่ระบุไว้ มาให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้จากบัตรสถานการณ์ที่ 4
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานหน้าชั้น เพื่อสรุปผลการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรกำหนดสถานการณ์ที่ 4
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 5 เรื่อง กระบวนการกับการฝึกกร่อนและพักพา

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า การฝึกกร่อนและการพักพาโดยลมขึ้นอยู่กับทิศทางและความแรงของลม จึงเกิดขวาง ขนาบของตะกอน
2. สรุปได้ว่าสิ่งกีดขวางจะทำให้การพัดพาลดลง และเกิดการทับถมมากขึ้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรกำหนดสถานการณ์ที่ 5 ซึ่งเป็นรูปทิศทางของคลื่นพร้อมทั้งกิจกรรมที่ระบุไว้มาให้ให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่วางไว้จากบัตรกำหนดสถานการณ์ที่ 5
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำเสนอที่ได้จากการทดลองมารายงานหน้าชั้น เพื่อสรุปผลการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรสถานการณ์ที่ 5
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 6 เรื่อง คืบขึ้นบนและคืบขึ้นข้างมีประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันอย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนจะสามารถ

1. สรุปได้ว่าคืบขึ้นบนซึ่งมีอวัยวะ มีความขรุขระมาก มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าคืบขึ้นข้าง
2. บอกความหมายและประโยชน์ของอวัยวะได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขึ้นก่อนทำการทดลอง

ครูนำบัตรคำถามสถานการณ์ที่ 6 เป็นตารางแสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดในคืบขึ้นบน และคืบขึ้นข้างพร้อมทั้งกิจกรรมที่ระบุไว้ มาให้นักเรียนศึกษา

2. ขึ้นทำการทดลอง

นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่วางไว้ จากบัตรสถานการณ์ที่ 6

3. ขึ้นสรุปผลการทดลอง

นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานหน้าชั้นเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรสถานการณ์ที่ 6
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 7 เรื่องค่า pH มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนจะสามารถ

1. หาค่า pH ของดินชนิดต่าง ๆ โดยไม่กระทบไนโตรเจนในดินได้
2. สรุปได้ ดินต่างชนิดกันมีความเป็นกรด-เบส ต่างกัน
3. แปลความหมาย pH ของดินที่มีผลต่อความเจริญเติบโตของพืชได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นตอนการทดลอง
ครูนำบัตรสถานการณ์ที่ 7 เป็นตารางแสดงการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ
ในดินที่มี pH ต่าง ๆ กัน และกิจกรรมที่ระบุไว้มาให้ให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นตอนการทดลอง
นักเรียนทำการทดลองตามแนวทางที่วางไว้จากบัตรสถานการณ์ที่ 7
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง
นักเรียนนำข้อที่ได้จากการทดลองมารายงานต่อหน้าชั้นเพื่อสรุปการเรียนรู้

สื่อการสอน

1. บัตรกำหนดสถานการณ์ที่ 7
2. บัตรรายการอุปกรณ์
3. เครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง

การประเมินผล

1. สังเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สังเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

แผนการสอนที่ 8 เรื่อง การปลูกพืชบนที่ลาดชัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายได้ว่า การปลูกพืชบนที่ลาดชันนั้น ถ้าปลูกตามขวางจะช่วยป้องกัน การสึกกร่อนของดินได้ดีกว่าปลูกตามแนวยาว
2. นำหลักการปลูกพืชตามขวางนี้ไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินได้

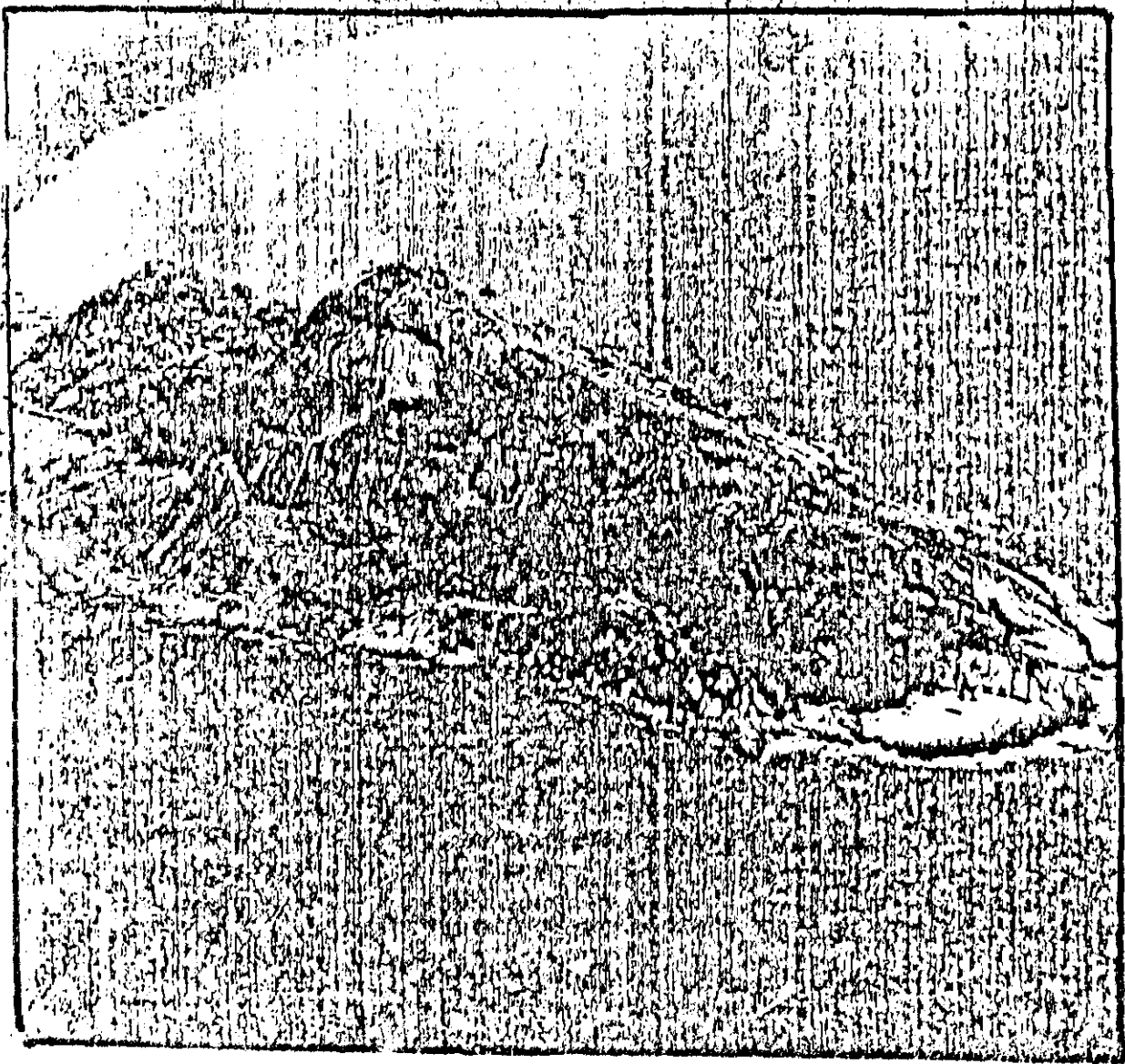
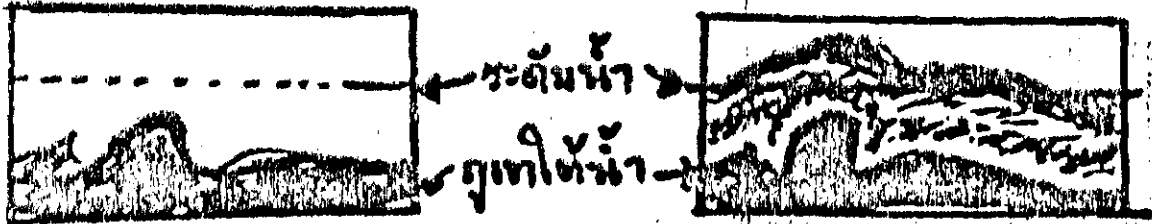
กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นก่อนทำการทดลอง
ครูนำบัตรกำหนดสถานการณ์ที่ 8 เป็นภาพการปลูกพืชตามชันบันได และ กิจกรรมที่ระบุไว้มาให้นักเรียนศึกษา
2. ขั้นทำการทดลอง
นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมารายงานหน้าชั้น เพื่อสรุปผลการเรียนรู้
3. ขั้นสรุปผลการทดลอง

สื่อการสอน

1. สื่งเกตจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สื่งเกตจากการที่นักเรียนทำการทดลอง

ทางเกิดเกาะกลางน้ำ



สถานการณ์ที่ 1

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

หลังจากนักเรียนได้ดูรูปภาพ มาแล้วจงตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูรูปภาพ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่ตั้งขึ้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
 (ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้อุปกรณ์
 นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 1

มีรายการดังนี้

1. ทราบ 2 ถึง
2. กระดาษไม้ขนาด 10 เซนติเมตร 28 เซนติเมตร 7 เซนติเมตร
2 กระดาษ
3. ดึงพลาสติก 4 ใบ
4. สายยางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร
2 เส้น
5. ท่อนไม้ขนาด 5 เซนติเมตร $\times$ 8 เซนติเมตร $\times$ 20 เซนติเมตร 2 ท่อน
6. คุ้งปลานขนาด 50 เซนติเมตร $\times$ 20 เซนติเมตร 40 $\times$ เซนติเมตร 2 คุ้ง
7. หินกรวด 1 ถึง
8. กระบอกพลาสติกขนาดใหญ่ 2 ใบ
9. แผ่นกระจกขนาด 15 เซนติเมตร $\times$ 15 เซนติเมตร 2 แผ่น

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

БЕЛЫЙ
1



สถานการณ์ที่ 2

กลุ่มการทดลองที่ วัน

Year	1970	1975	1980	1985	1990	1995
------	------	------	------	------	------	------

หลังจากนักเรียนได้ดูรูปภาพมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้

ขนกําหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้รูปภาพ

๕ ขนกว่าหนควีรท์ว่ากรทกลอง

1.2 จากปัญหาที่ถึงขั้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้ว่า
อย่างไร

1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
(ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้
อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 2

มีรายการดังนี้

1. หินแกรนิต หินแอนดีไซต์ หินชนวน หินลูกรัง หินปูน อย่างละ 5 ก้อน
2. กรดไฮโดรคลอริก 0.1 100 เซนติเมตร
3. ช้อน 5 อัน, มีคโกล 5 อัน, กระจก 5 อัน
4. ตะเกียงพร้อมทั้งกะบังลม และตะแกรง 10 ชุด
5. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ใบ
6. น้ำแข็ง 1 กระติก
7. หลอดหยด 10 อัน
8. ผ้าขาวบาง 10 ผืน
9. คีมคีบ 10 อัน

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)



โยดหิน.



ดินแตกกระแห

สถานการณ์ที่ 3

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

หลังจากนักเรียนได้ดูรูปภาพมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้
ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูรูปภาพ

ขั้นกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่ตั้งขึ้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้ว่า
 อย่างไร

1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น นักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
(ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้
อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

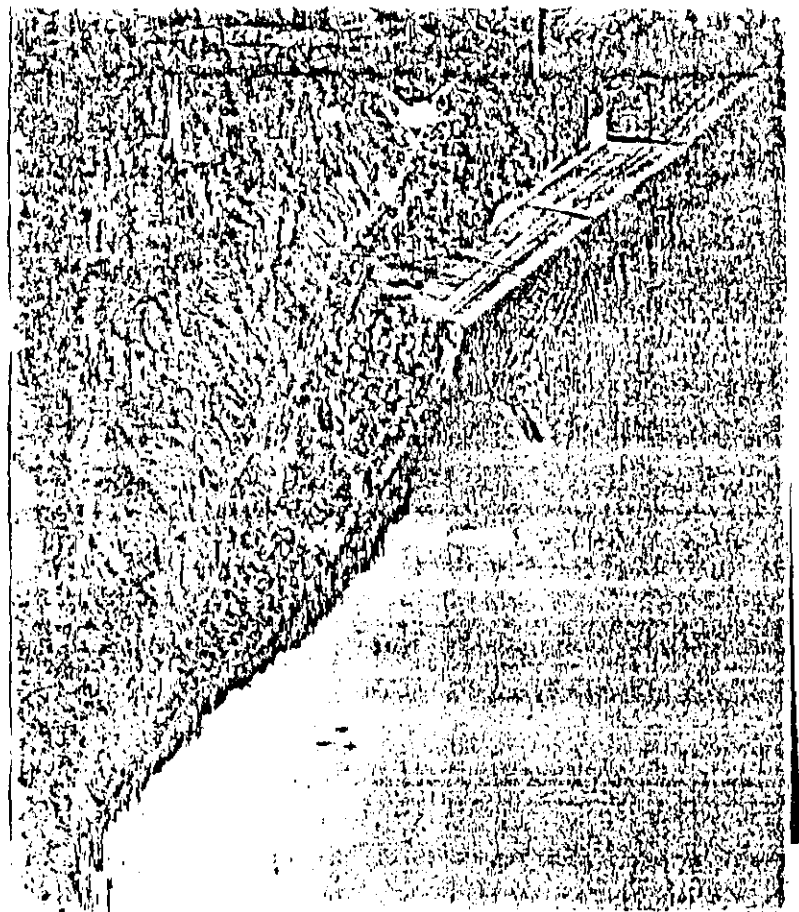
บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 3

มีรายการดังนี้

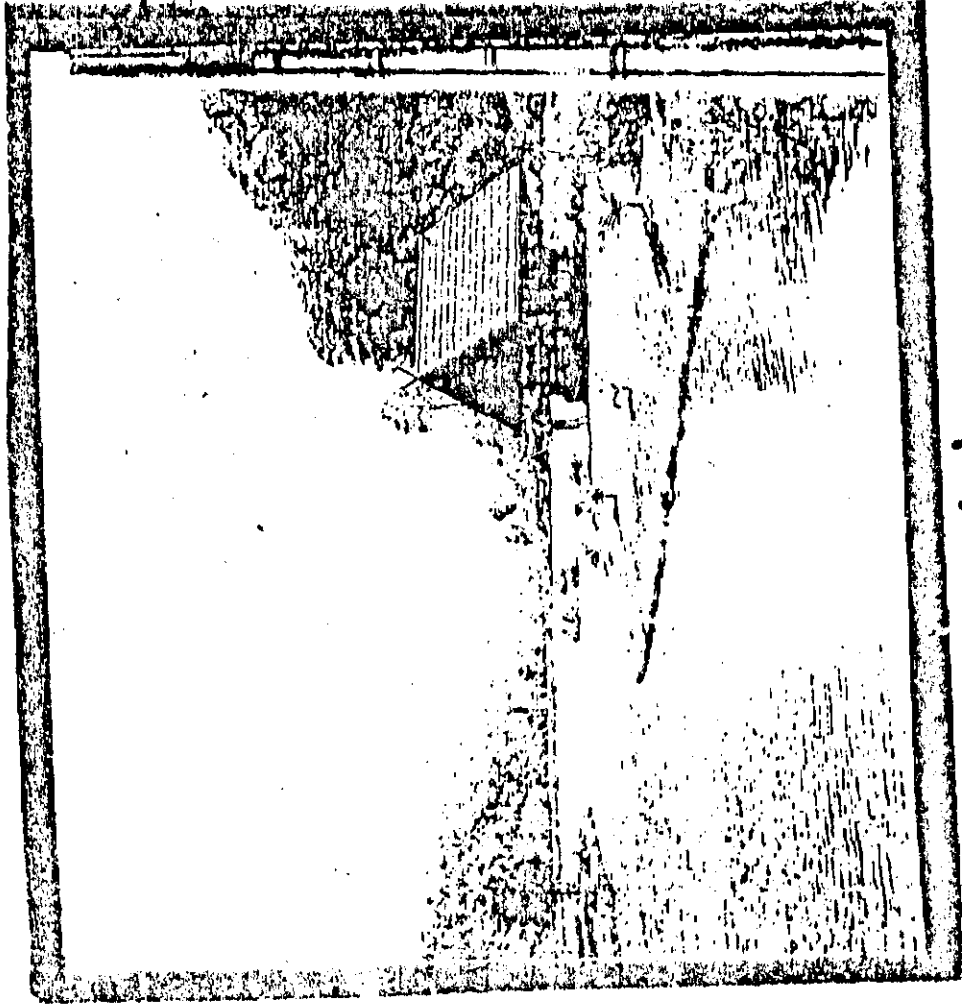
1. คินเทเนียว 1 กระป๋อง
2. ก้อนหิน 10 ก้อน
3. ตะเกียงพร้อมกะบั้งลม และกระแกรง 10 ชุด
4. น้ำกลั่น จานหลุม 10 อัน กระดาษลิทมัส สีแดง-สีน้ำเงิน
2 กล่อง
5. กรดไฮโดรคลอริก 0.1mo1250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. ฐูป 1 ห่อ ไม้ขีด 1 กล่อง
7. หลอดทดลองขนาดกลาง 10 หลอด

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

ชายฝั่งแม่น้ำที่ราบสูง



ชายฝั่งแม่น้ำที่สวนกุหลาบ



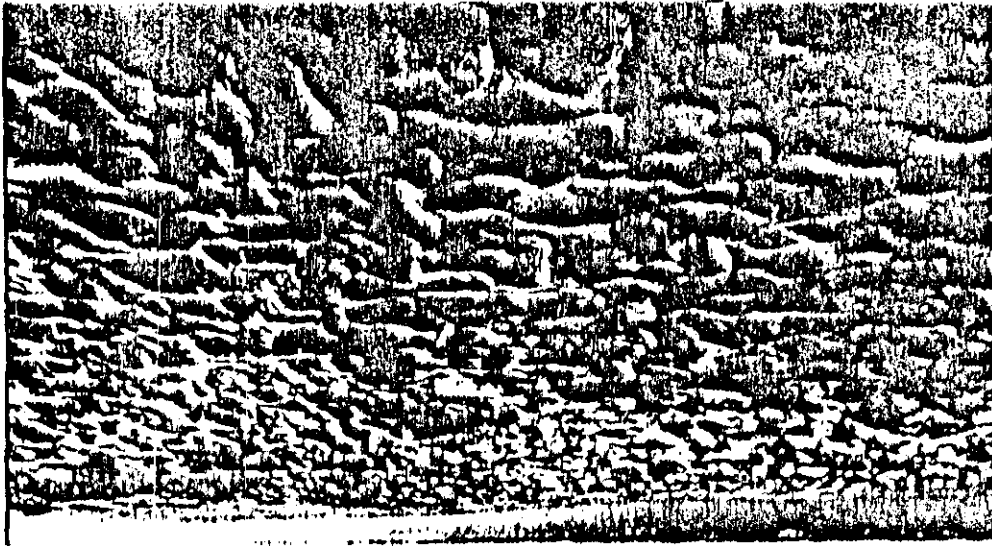
1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
(ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ความับักรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้
อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัญชีรายการอุปกรณ์ที่ 4

มีรายการดังนี้

1. กระบะไม้ขนาด 1 เมตร $\times$ 0.3 เมตร $\times$ 0.2 เมตร
2 กระบะ
2. ท่อนไม้ขนาด 5 เซนติเมตร $\times$ 8 เซนติเมตร $\times$ 20 เซนติเมตร
3 เมตร
3. ถังพลาสติก 4 ใบ
4. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร
2 เส้น
5. ทรายปนกรวดขนาดต่าง ๆ 3 อัน
6. คู่มือขนาดเล็ก 2 คู่มือ
7. ทรายละเอียด 2 ถัง
8. ไม้บรรทัด 2 อัน

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)



ทิศทางของคลื่น ขนสีน้ำตาลที่คลื่นชนตลิ่งเกิดพบตามแนวตลิ่งเป็นริ้วคลื่นขนาดเล็ก/
เรียงกันเป็นแถว แนวของริ้วเหล่านี้จะบ่งบอกถึงการมาถึงทิศทางของคลื่น กล่าวคือ คลื่นจะเคลื่อนที่ในทิศทางที่
เป็นมุมฉากกับแนวของริ้วเหล่านี้

สถานการณ์ที่ 5

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

หลังจากนักเรียนได้ดูรูปภาพมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูรูปภาพ

ขั้นกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่ตั้งขึ้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
 (ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้อุปกรณ์
 นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 5

มีรายการดังนี้

1. ทรายแห้ง 1 กระป๋อง
2. ดินน้ำมัน 10 ก้อน
3. พัดลมขนาดเล็ก 1 อัน
4. กระดาษไม้ขนาด 1 เมตร $\times$ 0.3 เมตร $\times$ 0.2 เมตร 2 กระดาษ
5. คุปลาขนาดเล็ก 2 คุ
6. กระดาษแข็งขนาด 10 เซนติเมตร $\times$ 15 เซนติเมตร 1 แผ่น

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์อื่นใดนอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรสถานการณ์ที่ 6

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

ตารางแสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

กระถางที่	ชนิดของดิน	ความสูงของต้นข้าวโพด (cm) ในสัปดาห์ที่				น้ำหนักต้นข้าวโพด เมื่อครบ 4 สัปดาห์ (กรัม)
		1	2	3	4	
1	ดินชั้นบน	15	17	19	23	26
2	ดินชั้นล่าง	14.5	18	18	18	17.5

หลังจากนักเรียนได้ดูตารางบันทึกข้อมูลมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูตารางบันทึกข้อมูลมาแล้ว

ขั้นกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่ตั้งขึ้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

1.3 จากสมมติฐานที่ข้างขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
 (ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้อุปกรณ์
 นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 6

รายการมีดังนี้

1. ดินชั้นบน และดินชั้นล่างอย่างละ 1 กระป๋อง
2. เมล็ดข้าวโพด 50 เมล็ด
3. กระถางขนาดเท่ากัน 2 ใบ
4. ไม้บรรทัด 10 อัน
5. เครื่องชั่ง 3 อัน
6. แวนชยาย 10 อัน

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรสถานการณ์ที่ 7

ตาราง แสดงการเจริญเติบโตของต้นไม้เชื้อเห็ดในดินที่มีค่า pH ต่าง ๆ

ค่า ของดิน	ลักษณะลำต้น	ความสูง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
5.4	อวบน้ำสีเขียว	20	5
3.0	เล็กเรียวสีเหลืองซีด	30	3
8.0	แคระแกรนสีขาวใส	15	2

สถานการณ์ที่ 7

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

หลังจากนักเรียนได้ดูตารางบันทึกข้อมูลมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้
ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูตารางบันทึกข้อมูลมาแล้ว

๕. ขนกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

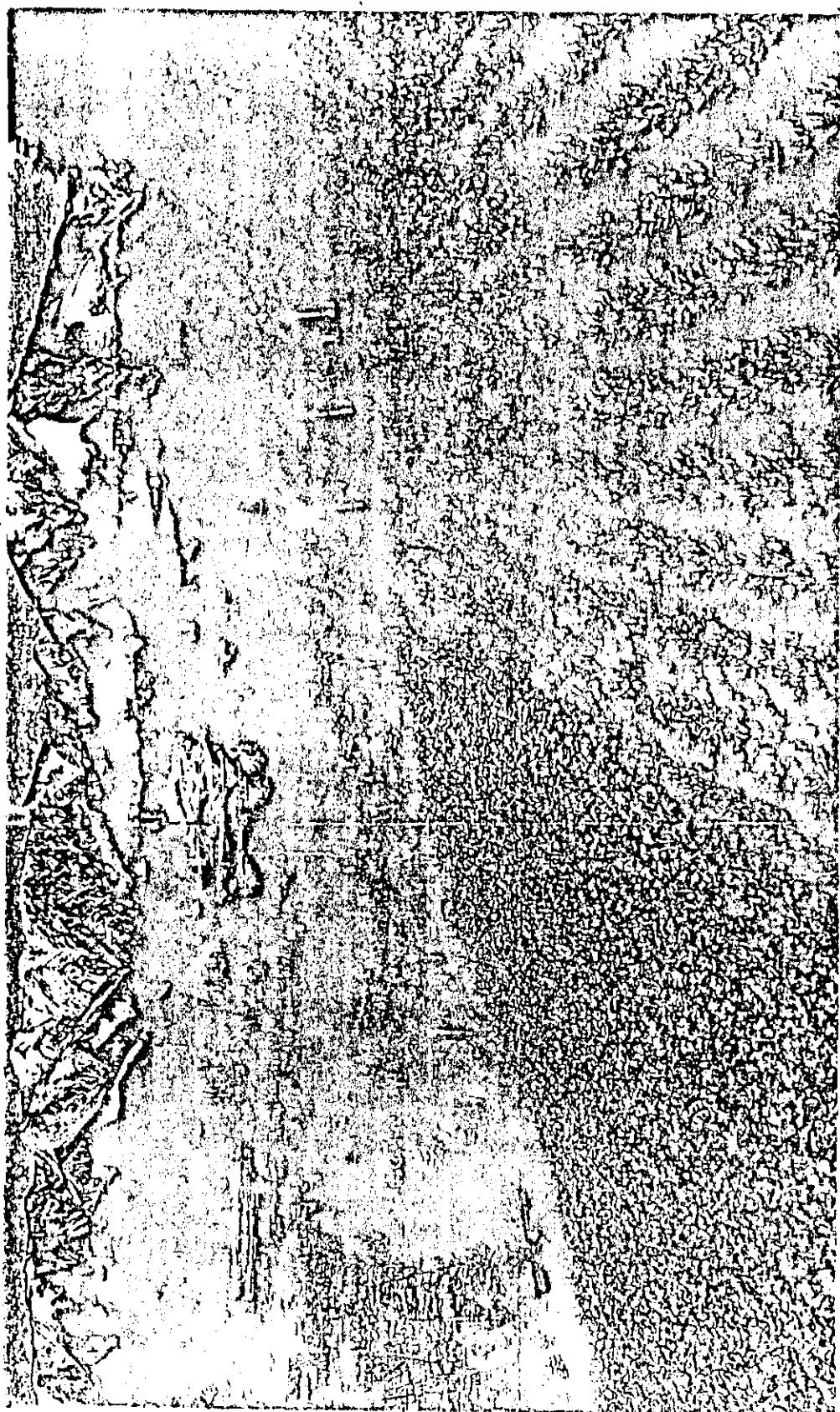
1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
(ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้อุปกรณ์
นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 7

มีรายการดังนี้

1. คินเหนียว คินร่วน คินทราย อย่างละ 1 กระป๋อง
2. หลอดทดลองขนาดกลาง 30 หลอด
3. กระดาษยูนีเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 2 ม้วน
4. คินสอเขียนแล้ว 3 แท่ง
5. น้ำกลั่น 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. กรดไฮโดรคลอริก 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ปูนขาว 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. กระดาษลิทมัสสีแสด-สีน้ำเงิน อย่าง 1 ถ้วย
10. สาลี 1 ม้วน
11. ต้นถั่วเขียวอายุ 5 วัน 20 ต้น
12. ขอนกั๊กสารเบอร์ 1 จำนวน 10 อัน
13. น้ำฝน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)



ภาพทุ่งนาและบ้านนา

สถานการณ์ที่ 8

กลุ่มการทดลองที่ ชั้น

หลังจากนักเรียนดูรูปภาพมาแล้ว จงตอบคำถามต่อไปนี้

ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 นักเรียนเกิดปัญหาอะไรบ้าง เมื่อได้ดูรูปภาพ

ขั้นกำหนดวิธีทำการทดลอง

1.2 จากปัญหาที่ทั้งชั้นในข้อ 1.1 นักเรียนจะนำมาตั้งสมมติฐานได้อย่างไร

1.3 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะออกแบบวิธีทดลองได้อย่างไร
 (ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง ตามบัตรรายการที่แจกให้ ถ้าประสงค์จะใช้อุปกรณ์
 นอกเหนือจากนี้ ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

บัตรรายการอุปกรณ์ที่ 8

มีรายการดังนี้

1. กระบะไม้ขนาด $1 \times 0.3 \times 0.2$ ลูกบาศก์เมตร 2 อัน
2. กระบะรองน้ำต้นไม้ 1 ใบ
3. ถังพลาสติก 2 ใบ
4. กิ่ง 2 กิ่ง
5. หญ้า 2 แผง
6. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ใบ

(ถ้านักเรียนคนใดประสงค์จะใช้อุปกรณ์นอกเหนือจากนี้ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน)

การศึกษาลักษณะค่านิยมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ที่เรียนด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง
และไม่กำหนดแนวทาง

บทคัดย่อ

ของ

อารายา แสงไชย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2529

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง ที่ได้มาจากการสุ่มจำนวน 60 คน กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (สอนตามคู่มือวิทยาศาสตร์) ซึ่งใช้แผนการวิจัยแบบ Randomized Control

Group Posttest Only Design and Randomized Control Group Pretest

Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ $t - test$

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มของกลุ่มควบคุมหลังเรียนแตกต่างและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองหลังเรียนแตกต่างและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องแคล่วของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมแตกต่างกันและสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดคล่องแคล่ว ของ
กลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นของกลุ่ม
ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS' ACHIEVEMENT IN SCIENCE
SKILLS AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING THROUGH
THE INQUIRY WITH STRUCTURED LABORATORY AND
UNSTRUCTURED LABORATORY

AN ABSTRACT

BY

ARAYA SANGCHAI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
October 1986

The purpose of This study was to study academic achievement in science skills, scientific creative thinking fluency, flexibility and originality in scientific thinking.

The subjects were 60 students randomly selected from Mathyom Suksa II students of Mathayomwathadthong School in the 1985 academic year. The experimental group was taught through the Inquiry with Unstructured Laboratory. The control group was taught through the Inquiry with Structured Laboratory in the IPST. The Randomized Control-Group Pretest Posttest only Design and Randomized control Group Posttest only Design was used in the study. The statistical technique used in the data analysis was the t - test.

The results of this study indicated that :

1. The academic achievement in science skills of the experimental group was significantly different and higher than that in the control group at the 0.001 level.
2. The scientific creative thinking, components of scientific creative thinking, fluency in scientific thinking, flexibility and originality of the control group in posttest were significantly different and higher than those in the pretest at the 0.05 level.
3. The scientific creative thinking, components of scientific creative thinking, flexibility and originality, of the experimental group those in the pretest at the 0.05 level. But the components of scientific creative thinking, fluency in scientific thinking of

of the experimental group in the posttest and the pretest were not significantly different.

4. The scientific creative thinking of the control group was significantly different and higher than that of the experimental group at the 0.05 level.

5. The scientific creative thinking in fluency of the control group was significantly different and higher than that of the experimental group at the 0.05 level.

6. The scientific creative thinking in flexibility of both groups were not significantly different.

7. The scientific creative thinking in originality of both groups were not significantly different.