

371.3
๕2๗77
8.3

การศึกษานอกระบบแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry)
ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ



เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กรกฎาคม 2515

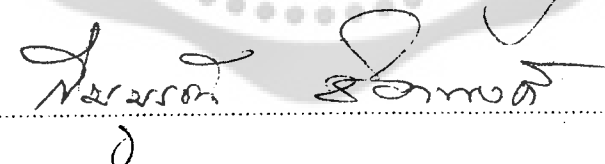
17 ส.ค. 2516

S 50454

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้



 ประธาน

 กรรมการ

กรกฎาคม 2515

การศึกษาลดการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry)
ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ



เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กรกฎาคม 2515

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษา เปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน และแบบเดิมที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียนสาธิตน้ำทิพย์ นครหลวงกรุงเทพ-ธนบุรี ปีการศึกษา 2514 จำนวน 67 คน เป็นชาย 41 คน หญิง 26 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน และกลุ่มทดลอง 35 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่า การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ทำให้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น และความเกรงใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนการเปรียบเทียบผลของทั้งสองกลุ่มนั้น กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์ กล่าวโดยส่วนรวมแล้ว สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเดิม แต่ไม่ทำให้ความเกรงใจมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

THE STUDY OF THE EFFECTS OF ACTIVE INQUIRY INSTRUCTION
IN GENERAL SCIENCE ON INQUIRY, CREATIVITY
AND KRENGCHAI



Presented in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Master of Educational Degree
at the College of Education

July 1972

. The purposes of this study were to compare the effects of active inquiry and traditional method of teaching on Inquiry, Creativity and Krenghchai. The sample consisted of 41 boys and 26 girls of Prathom 7 who studied in the academic year 1971 at Sai Nam Tip School, divided into experimental group and control group.

The result showed that, Inquiry, Creativity and Krenghchai of the experimental group were improved significantly at .01 level. In general, the experimental group's Inquiry, Creativity were higher than the control group's, but both groups' Krenghchai were nonsignificantly improved.



ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำอย่างดียิ่งจาก
อาจารย์ ดร.วิรัช วิเชียรโชติ และอาจารย์สมบุรณ์ ชิตพงศ์ ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่ และคณะครูโรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรมสามัญศึกษา
และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2514 โรงเรียนสายน้ำทิพย์

อนึ่ง ขอขอบคุณ คุณนิเวศน์ ธรรมรักษ์ สำนักงานทดสอบ วศ.ประสานมิตร
ที่ช่วยเหลือในการพิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สมใจ อ่องสุวรรณ



สารบัญ

บทที่		หน้า
1.	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้.....	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ขอบเขตในการศึกษาค้นคว้า.....	5
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2.	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	12
	ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน.....	12
	ความคิดสร้างสรรค์.....	33
	ความเกรงใจ.....	41
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	44
3.	วิธีดำเนินการ.....	46
	กลุ่มตัวอย่าง.....	46
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	47
	วิธีดำเนินการทดลอง.....	53
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
4.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	62
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ.....	64
	เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดสืบสวน-สอบสวน.....	67

เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์.....	73
เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความเกรงใจ.....	84
ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน	
ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ.....	87
ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง.....	91
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	92
ความมุ่งหมายในการวิจัย.....	92
กลุ่มตัวอย่าง.....	92
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	93
วิธีดำเนินการทดลอง.....	93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
อภิปรายผล.....	97
ข้อเสนอแนะ.....	104
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก.....	112

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. ความแตกต่างระหว่างการสอนแบบ Active Inquiry กับการสอนแบบ Combined Inquiry.....	8
2. กลุ่มตัวอย่างแยกตามชั้น แบบการสอนและเพศ.....	46
3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์.....	50
4. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์.....	50
5. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง 6 บทบาท.....	52
6. คำนวณหาค่าประกอบของแบบทดสอบวัดความเกรงใจ 6 บทบาท หลังจากหมุนแกนแล้ว.....	52
7. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่สอบก่อนและภายหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง 1.....	64
8. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่สอบก่อนและภายหลังการสอน ของกลุ่มควบคุม.....	65
9. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3.....	66
10. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมก่อนเริ่มสอน.....	67
11. เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนก่อนและหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง 1.....	68

12.	เปรียบเทียบความแตกต่างด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของกลุ่มทดลอง 1 ระหว่างเพศชายและหญิง	69
13.	เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนก่อนและหลังการสอน ของกลุ่มควบคุม	70
14.	เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	71
15.	เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	72
16.	เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนสอน	73
17.	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและภายหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง 1	74
18.	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและภายหลังการสอน ของกลุ่มควบคุม	75
19.	เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	76
20.	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	77
21.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ความคิดสร้างสรรค์นับรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 ก่อนเริ่มการสอน	78

22.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 ก่อนเริ่มการสอน	78
23.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 ภายหลังการสอน	79
24.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 ภายหลังการสอน	80
25.	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 ที่ละคู่ ภายหลังการสอน	81
26.	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 ที่ละคู่ ภายหลังการสอน	82
27.	เปรียบเทียบพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และ 3 ทั้งฉบับรูปภาพและข้อความ	83
28.	เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความเกรงใจ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนเริ่มสอน	84
29.	เปรียบเทียบความเกรงใจก่อนเริ่มสอนและภายหลังการสอน ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	85
30.	เปรียบเทียบความเกรงใจที่ลดลงของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม	86

31.	ทดสอบความแตกต่างของความเกรงใจ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม.....	86
32.	ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ.....	87
33.	สถิติพื้นฐานของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ตามระดับความเกรงใจ.....	88
34.	สถิติพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ ตามระดับความเกรงใจ.....	90



บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1. โครงสร้างความคิดเดิม	24
2. โครงสร้างที่ปรับปรุงรับความรู้ใหม่	24
3. ขบวนการสืบสวน-สอบสวน	28
4. ปัจจัยของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน	43
5. แสดงปริมาณความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนในกลุ่มที่มีความเกรงใจต่ำ ปานกลาง และสูง	89
6. แสดงปริมาณความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่มีความเกรงใจต่ำ ปานกลาง และสูง	90

ภูมิหลัง

ขณะนี้ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาประเทศอย่างรีบด่วน เพื่อให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงของโลก จึงได้มีการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเป็นสามระยะ คือระยะที่ 1 ปี 2504 – 2509 ระยะที่ 2 ปี 2510 – 2514 และระยะที่ 3 ปี 2515 – 2519 ในแผนทั้งสามระยะนี้รวมการพัฒนาการศึกษาไว้ด้วย จึงแสดงให้เห็นว่าการศึกษาคือพัฒนาประชากรของประเทศให้มีประสิทธิภาพที่จะทำให้เศรษฐกิจและสังคมดีขึ้นได้ แม้จะจัดลำดับความสำคัญของการศึกษาไว้สูงเพียงใดก็ตาม หากระบบการเรียนการสอนยังเน้นให้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เน้นการใช้ความจำและการทำตามแบบอย่างอยู่เช่นนั้นแล้ว ย่อมไม่สามารถพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เป็นไปตามความมุ่งหมายได้ ในปัจจุบันความรู้ทาง ๆ เพิ่มขึ้นมากมาย การที่จะนำความรู้ทั้งหมดมาถ่ายทอดให้จดจำย่อมเป็นไปไม่ได้ทั้งผู้สอนและผู้รับความรู้ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิชาการ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดหาวิธีการที่จะรับความรู้ได้อย่างกว้างขวาง และสามารถนำความรู้ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุดด้วย แต่การที่ผู้เรียนจะคิดเป็นนั้นจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้ได้ใช้ความคิดตามความสามารถของแต่ละบุคคล ไม่ควรให้มีสิ่งที่จะสะกิดกั้นความคิดไว้ และมีการฝึกใช้ความคิดอยู่เสมอ ซึ่งการเรียนการสอนที่นานมากกลับมีส่วนทำให้ผู้เรียนคิดไม่เป็น ดังที่ กอ สวัสดิ์พาณิชย์ (กอ สวัสดิ์พาณิชย์, 2514 : 36) กล่าวว่า "หลักสูตรของเราล้าสมัยมุ่งสอนให้เด็กท่องจำแทนที่จะสอนให้คิด" ความจริงแม้แต่เด็กเล็ก ๆ ก็มีความคิดที่ดี แต่กลับไม่ได้รับการส่งเสริม ข้างยังถูกสะกิดกั้นอีกด้วย ดังที่ วีรยุทธ วิเชียรโชติ (พัฒนาวัฒน, 2513 : 101) กล่าวว่า "เด็กมีความคิดที่จะซักถาม แต่ถูกคว่ำว่าอย่าถาม ไม่มีเวลา เป็นการตัดโอกาสที่จะได้เจริญงอกงาม ทำให้เด็กขาดสมรรถภาพในการซักถามและการอภิปราย จึงพบว่าบางครั้งมีการอภิปรายโดยเปิดโอกาสให้ซักถามอย่างเสรี ปรากฏว่าความสามารถในการซักถามหายไป ไม่รู้จะถามอะไร มีแต่ผู้นำการอภิปรายพูดฝ่ายเดียว ที่เป็นเช่นนั้นแสดงให้เห็นว่าบุคคลไม่รู้จักคิด" ดังนั้นจึงต้องแก้ไข

ความบกพร่องของการเรียนการสอนโดยเร็ว เพื่อมิให้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศ
ดังกล่าว

นอกจากจะสอนให้รู้จักคิดเป็นแล้ว ยังต้องให้เด็กรู้จักคิดหลายแง่หลายมุมด้วยเพื่อให้ทัน
ต่อเหตุการณ์ และสามารถนำหน้าสถานการณ์ในสังคมได้ คือให้มีความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง
สิปปนนท์ เกตุทัต (สิปปนนท์ เกตุทัต, 2512 : 101) กล่าวว่า "ที่เรามาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีไม่ทัน สาเหตุหนึ่งเพราะระบบการศึกษาของเราไม่ได้สอนให้มีการคิดริเริ่มสร้างสรรค์"
นอกจากนี้ จีรพันธุ์ ศิริโชติ (จีรพันธุ์ ศิริโชติ, 2514 : 39) ให้ความเห็นว่า "สังคมปัจจุบัน
ต้องการให้การศึกษาเพื่อความคิดสร้างสรรค์ เพราะสังคมประสบปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ"
เป็นคำกล่าวที่สอดคล้องกับ อารี สันตทวี (อารี สันตทวี, 2510 : 204) ที่ว่า "การศึกษา
เพื่อความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นในสังคมปัจจุบัน เพราะสังคมเปลี่ยนแปลงมีปัญหาคู่ใหม่เกิดขึ้น
อยู่ตลอดเวลาเยาวชนไทยจะต้องได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อช่วยแก้ปัญหา"
แสดงว่าในการสอนนั้นควรพัฒนาความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์

การที่จะฝึกความคิดนั้นนักเรียนต้องรู้จักสังเกต กล้าซักถาม และแสดงความคิดเห็น
อยู่ตลอดเวลา โดยได้รับการยอมรับจากครู ซึ่งขัดกับลักษณะของเด็กไทยที่จะต้องเคารพเชื่อฟัง
ทำตามแบบอย่างของพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูอาจารย์อยู่ตลอดเวลา หากแสดงความคิดเห็น
โต้แย้งจะได้รับการตำหนิว่าไม่เคารพครู วารี อินทรวีชา (วารี อินทรวีชา, 2514) กล่าวถึง
รายงานของยูเนสโกว่า "ลักษณะนิสัยสำคัญอย่างหนึ่งของคนไทยคือการเชื่อฟังผู้ใหญ่
เพราะผู้ใหญ่ในโลกมาก่อนยอมรับดีกว่า เมื่อถึงวัยเรียนก็ถูกอบรมให้เคารพยกย่องและเชื่อฟังครู
ถ้าโต้แย้งจะถูกประณามว่าเป็นศิษย์นอกครู" นอกจากนี้ วีรบุทช์ วิเชียรโชติ (วีรบุทช์ วิเชียรโชติ,
2513 : 72) ยังกล่าวว่า "ระบบค่านิยมของวัฒนธรรมไทยเด็กจะต้องมีสัมพันธภาพกับผู้
อาวุโสกว่าด้วยความเคารพยำเกรง โดยเฉพาะครูกับนักเรียน การสนิทสนมทำตนเสมอครู
เป็นสิ่งไม่เหมาะสม ถือว่าไม่เคารพยำเกรงครูจึงเป็นเหตุให้เกิดลักษณะ 'เกรงใจ' ในหมู่
บุคคลได้มาก ครอบคลุมพฤติกรรมบางอย่างของบุคคลไม่ให้แสดงออกในสิ่งที่ต้องการ เป็นการ
สะกดกั้นความคิด" แสดงว่าลักษณะ "เกรงใจ" นั้นนอกจากจะทำให้ตนเองขาดความคิดสร้างสรรค์
ไม่เป็นตัวของตัวเองแล้ว ยังมีผลต่อส่วนรวมคือทำให้สังคมคงเป็นระบบเผด็จการอยู่

การปกครองประเทศ ความคิดเห็นทุกอย่างขึ้นอยู่กับผู้ใหญ่ที่บริหารประเทศ ประชาชนรู้จักคำว่า "ประชาธิปไตย" แต่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามระบอบประชาธิปไตยได้ ดังนั้นถ้าลดความเกรงใจลงไบบ้าง โอกาสที่จะช่วยให้เด็กได้ใช้ความสังเกตให้เป็นประโยชน์ กล้าซักถาม และเกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะมากขึ้น

การเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความคิดมีหลายวิธี การสืบสวน-สอบสวน เป็นวิธีหนึ่ง ที่ช่วยให้เด็กเรียนคิดค้นหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองจนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ ส่งเสริมการสร้างความสัมพันธ์เป็นกันเองระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง เปิดโอกาสให้ซักถาม และแสดงความคิดเห็นไบบ้าง ดังนั้นการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน จึงเป็นวิธีสอนให้รู้จักคิด เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การพัฒนาศึกษาเป็นไปในทางที่ดีขึ้น จึงเป็นเรื่องที่น่าทึ่ง เพราะถ้าจะรู้แต่เพียงว่าสอนให้รู้จักคิดเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริม แต่ไม่เข้าใจว่าจะสอนอย่างไร จึงจะทำให้เด็กคิดเป็น ความรู้นั้นก็ไม่มีประโยชน์ สาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้การเรียนการสอนไม่ไคยด้นั้น มีผู้ศึกษาไว้มากพร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาอันเป็นหลักการที่คิดว่าน่าจะไคยด้นนำไปปฏิบัติ แต่ความจริงที่เป็นอยู่นั้นทฤษฎีหรือหลักการที่เสนอมายังคงเป็นเพียงหลักการ ไม่มีการทดลอง ปัญหาจึงยังคงเป็นปัญหาและนับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าควรไคยนำมาทดลองเพื่อจะไคยเข้าใจถึงอุปสรรคหรือคุณค่าของหลักการนั้น เพื่อจะไคยแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป หรือล้มเลิกแล้วแต่กรณี

ถ้าทั้งวิธีสอนและวิชาที่สอนทางสนับสนุนให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความคิดไคยมากขึ้นด้วยแล้ว ผลการวิจัยย่อมมีคุณค่าต่อการปรับปรุงการสอนและการพัฒนาประเทศอย่างมาก เพราะการที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีการสังเกต กล้าซักถาม และสามารถแก้ไขปัญหาค้าง ๆ ไคย จะช่วยให้นักเรียนมีชีวิตอยู่ในสังคมประชาธิปไตยดีขึ้น เป็นการพัฒนาระบบการปกครองของประเทศให้เป็นประชาธิปไตยตามต้องการ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้มีการค้นคว้าทดลองสิ่งใหม่ ไคยใช้ความคิดแปลกออกไปเพื่อหาหลักความจริงใหม่ ๆ จากความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่กรมวิชาการ (กรมวิชาการ, 2503 : 123) กำหนดไว้เมื่อปี 2452 กล่าวว่า "ความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐาน คือทำให้เด็กรู้จักสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่ และแปรเปลี่ยนไปโดยธรรมชาติ ควบคุมให้เข้าใจวิธีที่สิ่งนั้น ๆ เกิดขึ้นและเป็นไปเอง หรือที่คนเรากดดันเปลี่ยนแปลงไป ให้เห็นว่าสิ่งเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับเราอย่างไร" แต่การสอนที่ปฏิบัติ

อยู่ในปัจจุบันทางไกลความมุ่งหมายนี้ออกไปทุกที จากการสำรวจของ วรวิทย์ วสันตสารกร (วรวิทย์ วสันตสารกร, 2515 : 71 – 72) พบว่า ครูส่วนใหญ่เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์ให้เด็กประถมศึกษาเป็นเรื่องสำคัญที่สุด แต่มีจำนวนน้อยที่สอนโดยให้นักเรียนปฏิบัติจริง ผลการสำรวจนี้จะช่วยเร่งรัดให้มีการแก้ไขวิธีสอนโดยรีบด่วน เพราะถ้าครูสอนอย่างถูกวิธีจะสามารถปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล อาศัยวิธีการที่ถูกต้องเพื่อเป็นแนวทางไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของประชากรที่ทุกสังคมต้องการ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเลือกทดลองการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบว่าหลักการที่น่าสนใจนี้เมื่อนำไปปฏิบัติแล้ว มีคุณค่าเพียงพอกับการลงทุนเพียงใด หากใครคิดจะทำให้ได้ขอบบ่วง อุดมสรรค์ หรือขอเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติให้สอดคล้องกับสภาพของนักเรียน และเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) กับการสอนแบบเดิม (Traditional Method) ในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่มีคือความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ ดังนี้

1. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
2. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน มีผลต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของนักเรียนชายและหญิง แตกต่างกันเพียงใด
3. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน กับการสอนแบบเดิม มีผลอย่างไรในเรื่องต่อไปนี้
 - ก. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ
 - ข. พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ แตกต่างกันเพียงใด
4. หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบทดสอบวัดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ในด้านการวิจัย

ก. ผลของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจมีคุณค่าเพียงใด สมควรจะวิจัยต่อไปหรือไม่

ข. แบบทดสอบที่วัดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เหมาะสมเพียงใด

2. ในด้านการเรียนการสอน

ก. ได้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน และสามารถนำไปปฏิบัติในชั้นเรียนได้

ข. เพื่อหาทางจัดอุปสรรคต่าง ๆ และปรับปรุงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนไทย

3. ในด้านการพัฒนาประเทศ

ก. ช่วยพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมปัจจุบัน

ข. ช่วยให้การลงทุนตามแผนพัฒนาการศึกษาได้ผลคุ้มค่า

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ก. ในการสอน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ห้อง 3 โรงเรียนสาธิตนำทิพย์ จังหวัดนครหลวงกรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน เป็นหญิง 13 คน ชาย 22 คน ให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 สอนแบบ Active Inquiry ส่วนกลุ่มควบคุมที่สอนแบบเดิมเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ห้อง 7 โรงเรียนเดียวกัน จำนวน 32 คน เป็นหญิง 13 คน ชาย 19 คน

ข. ในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองในข้อ ก. แล้ว ยังใช้กลุ่มทดลอง 2 ที่สอนแบบ Active Inquiry และกลุ่มทดลอง 3 ที่สอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนเดียวกัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ห้อง 5 และห้อง 10 ตามลำดับ สำหรับวิเคราะห์เรื่องความคิดสร้างสรรค์

2. วิชาที่สอน

สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

3. เวลา

ใช้เวลาสอน 2 ภาคเรียน คือ ภาคต้น และภาคกลาง ของปีการศึกษา 2514
สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

4. ตัวแปร แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ก. ตอนเปรียบเทียบผลการสอน แบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่หนึ่ง

1) ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ treatment คือ
การสอนแบบ Active Inquiry และการสอนแบบเดิม

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ criterion
measure คือ

- ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry)
- ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
- ความเกรงใจ

ตอนที่สอง

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่การสอนแบบ Active Inquiry และการสอน
แบบ Passive Inquiry

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ความคิดสร้างสรรค์

ข. ตอนหาความสัมพันธ์ มี 3 ตัวแปร คือ

- 1) ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
- 2) ความคิดสร้างสรรค์
- 3) ความเกรงใจ

ค. ตอนหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ช่วงเวลาทดสอบ ระยะตั้งแต่ก่อนสอน (Pre-test)
ถึงเวลาทดสอบหลังการสอน (post-test)

2) ตัวแปรตาม คือ ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Method) หมายถึง การสอนที่ให้ผู้เรียนพยายามค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง จากสิ่งที่ครูนำมาเผชิญหน้ากับนักเรียนซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้ง (conceptual conflict) โดยการที่นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับการสังเกต การอธิบาย การทำนาย และนำไปใช้-สร้างสรรค์ หรือควบคุม

ก. คำถามเกี่ยวกับการสังเกต (observation) เป็นการถามที่เกี่ยวกับคุณสมบัติ (property) โครงสร้าง (structure) หรือพฤติกรรม (behavior) ของสิ่งนั้น ซึ่งเน้นการสร้างสิ่งกับ (concept) และการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ที่ได้จากการสังเกตนั้น คำถามเช่นนี้มักจะมีคำว่า เเท่าไร อย่างไร และ อะไร เป็นต้น

ข. คำถามที่เกี่ยวกับการอธิบาย (explanation) คือ การถามที่เกี่ยวกับสาเหตุ มักมีคำว่า ทำไม อะไรเป็นสาเหตุ ซึ่งมองลึกกว่าการสังเกต รวมทั้งการตั้งสมมุติฐานเพื่อหาคำอธิบายด้วย เป็นขบวนการสร้างทฤษฎี

ค. คำถามที่เกี่ยวกับการทำนาย (prediction) เป็นการถามที่คาดการณ์ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการอธิบายข้างต้น เช่น ถามด้วยคำว่า เมื่อไร คาดว่าจะ..... หวังว่าจะ..... ถ้าเป็นเช่นนั้นแล้วจะได้อะไรอย่างไร เป็นต้น การถามในขั้นนี้เป็นขบวนการพิสูจน์สมมุติฐาน

ง. คำถามที่เกี่ยวกับการนำไปใช้-สร้างสรรค์ หรือควบคุม (control and creativity) คือการถามที่แสดงความคิดในการนำเอาความรู้ที่ได้รับมารวมกันเป็นขบวนการใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบ และการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ

สำหรับโครงการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนออกเป็น

3 ประเภท คือ

ก. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active Inquiry) คือการสอนที่นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถามชั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และขั้นนำไปใช้-สร้างสรรค์ ซึ่งครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการซักถามตามขั้นต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงสรุป (generalize) ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ข. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นการสอนที่ครูใช้วิธีการสืบสวน-สอบสวน โดยการตั้งคำถามชั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และขั้นนำไปใช้-สร้างสรรค์ เพื่อให้ นักเรียนลงสรุป (generalize) ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ค. การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined Inquiry) เป็นการสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันใช้วิธีการสืบสวน-สอบสวน โดยการตั้งคำถามชั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และนำไปใช้-สร้างสรรค์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถลงสรุป (generalize) ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีสอนแบบผสมระหว่าง Active Inquiry กับ Passive Inquiry

ตาราง 1. ความแตกต่างระหว่างการสอนแบบ Active Inquiry กับการสอนแบบ Combined Inquiry

Active Inquiry	Combined Inquiry
1. ถ้านักเรียนบกร่องในการถามชั้นสังเกต ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำไปตอบคำถามชั้นอธิบาย ครูจะเป็นผู้ช่วยให้ นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกตเพิ่มขึ้น เช่น – นักเรียนสังเกตเห็นอะไรอีกบ้าง	1. ถ้านักเรียนบกร่องในการถามชั้นสังเกต ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำไปตอบคำถามชั้นอธิบาย ครูจะเป็นผู้ถามคำถามที่บกร่องนั้นให้สมบูรณ์

ตาราง 1. (ต่อ)

Active Inquiry	Combined Inquiry
- นักเรียนสังเกตให้คว่ายังมีอะไร น่าสนใจที่ควรถามอีกบ้าง 2. ถ้านักเรียนบกพร่องในการใช้คำถาม ชั้นอธิบายบางคำถามที่จำเป็นหรือควรถาม เพื่อสามารถลงสรุปความรู้ด้วยตนเอง ครูจะเป็นผู้เร้าให้นักเรียนกลับมาพิจารณา ปัญหาข้อข้องใจ (conflict) เพิ่มขึ้น เช่น - มีอะไรน่าสนใจอีกบ้าง - นักเรียนลองช่วยกันตั้งคำถาม ชั้นอธิบายเพิ่มเติมให้มากขึ้น นอกจากนี้ครูอาจจะเร้าโดยการ ทดลองซ้ำ หรือทดลองอย่างอื่นแทน	2. ถ้านักเรียนบกพร่องในการใช้คำถาม ชั้นอธิบายบางคำถามที่จำเป็นหรือควรถาม เพื่อสามารถลงสรุปความรู้ด้วยตนเอง ครูจะถามคำถามชั้นอธิบายเพิ่มเติม

การที่นักเรียนบกพร่องคำถามชั้นสังเกต เป็นเหตุให้เกิดช่องว่าง (gap) ของความรู้
ซึ่งทำให้การสืบสวน-สอบสวนไม่ครบขบวนการ ดังนั้นการเร้าของครูที่สอนแบบ Active
Inquiry หรือการช่วยตั้งคำถามของครูที่สอนแบบ Combined Inquiry ก็คือ จึงทำให้ครบชั้น
ของขบวนการสืบสวน-สอบสวน

สำหรับผู้วิจัยเองได้ใช้การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active
Inquiry) เป็น treatment ในการทดลองครั้งนี้

2. การสอนแบบเดิม (Traditional Method) คือการสอนที่ไม่ใช้การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ซึ่งนิยมใช้สอนกันอยู่ตามโรงเรียนทั่วไป เป็นการสอนที่มุ่งยึดครูเป็นศูนย์กลาง (teacher-centered) กิจกรรมการเรียนการสอนส่วนมากครูเป็นผู้ดำเนินการแทบทั้งหมด การติดต่อกับนักเรียนก็อาจจะมี แต่เป็นไปในแบบทางเดียว (one-way communication) จึงทำให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนน้อย กิจกรรมในชั้นเรียนไม่ก่อให้เกิดการขัดแย้ง (conceptual conflict) ซึ่งจะกระตุ้นให้เด็กคิดแก้ปัญหาที่เป็นไปในรูปของการถามปัญหา หรือคอยตอบปัญหาเช่นเดียวกับแบบสืบสวน-สอบสวน การเรียนการสอนมุ่งผลสุดท้าย เน้นที่ผลิตภัณฑ์ (product) ซึ่งออกมาในรูปของ "การจำเนื้อหา" มากกว่า "กระบวนการคิด" (process)

สรุปแล้ว วิธีสอนแบบเดิมมีลักษณะดังนี้

- หลักการ : ยึดครูเป็นศูนย์กลาง
- การติดต่อสื่อสาร : เป็นไปในแบบทางเดียว (one-way communication)
- วิธีการ : ไม่ส่งเสริมให้แก้ไขหรือขจัดปัญหาค้นหาด้วยตนเอง
- ยุทธวิธี : เน้นผลิตภัณฑ์ของความรู้ มากกว่ากระบวนการแสวงหาความรู้
- ผลที่ได้รับ : เด็กได้พัฒนาเฉพาะด้านความคิด (Cognitive)

เพียงด้านเดียว และก็พัฒนาเพียงความรู้ความจำเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงความคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือประเมินค่า ส่วนด้านความรู้สึก (Affective) และแรงขับ (Conative หรือ Drive) ไม่ได้พัฒนาเลย

3. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry) คือความสามารถในการตั้งคำถามหรือตั้งสมมุติฐานเพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้าออกมาใน 4 คุณลักษณะ คือ การสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการนำไปใช้-สร้างสรรค์ ซึ่ง บุญดือ ทองอยู่ (2514 : 8) และ อรทัย เศรษฐ์รักโก (2514 : 7) ให้เป็นนิยามปฏิบัติการไว้

4. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบหลาย ๆ คำตอบ จากหลายทิศทาง เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าบุคคลที่ได้รับประสบการณ์ที่เก่าก่อน มีการสังเกตที่ ย่อมเกิดแนวความคิดได้มาก และสามารถนำสิ่งที่มีอยู่มาสัมพันธ์ให้เป็นสิ่งใหม่

รูปใหม่ที่แปลก ๆ ใ้มากพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ถือว่าเป็นพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์

5. ความเกรงใจ หมายถึงคุณลักษณะทางความรู้สึกลักษณะหนึ่งที่ไม่อยากจะทำให้คนอื่นเดือดร้อนรำคาญใจ และใช้เป็นกลวิธีในการสร้างหรือรักษาสัมพันธภาพกับบุคคลในสังคมให้ยั่งยืนจนบางครั้งยอมละเว้นในสิ่งที่ต้องการกระทำ หรือกระทำในสิ่งที่ฝืนใจ มักเกิดขึ้นในบุคคลที่มีฐานะทางสังคมต่ำกว่า เช่น วิทยุต่ำกว่า คุณวุฒิต่ำกว่า หรือทรัพย์สินน้อยกว่า เป็นต้น ถ้าอ่อนความมากก็จะเกิดความเกรงใจมาก

6. โครงหุ้การสอน (Teaching Model) หมายถึงตารางที่แสดงความมุ่งหมายพฤติกรรมของครูและนักเรียน อุปกรณ์ เนื้อหา วิธีใช้อุปกรณ์ และการประเมินผล ซึ่งเป็นคู่มือสำหรับใช้เตรียมการสอน โครงหุ้การสอนนี้แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ 1) ที่เป็นรูปธรรม (concrete) คือใช้อุปกรณ์ทดลองจริง 2) ที่เป็นนามธรรม (abstract) เช่นการเล่าเรื่องหรือยกสถานการณ์ให้นักเรียนฟัง 3) ที่เป็นกึ่งรูปธรรมและนามธรรม คือประเภทที่ใช้ภาพประกอบ แผนภูมิ สไลด์ หรือภาพยนตร์

7. สังกัป์แนวหน้า (Advanced Organizer) หมายถึงสิ่งที่นักเรียนใช้ประกอบในการเรียนทุกครั้ง ซึ่งประกอบด้วยความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อนล่วงหน้า ที่อาจได้จากประสบการณ์หรือบทเรียนในชั้น และความรู้ใหม่ที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการค้นพบบทเรียนใหม่ สังกัป์แนวหน้าจึงทำหน้าที่ 2 อย่างคือ 1) ไปนำเอาความรู้เดิมให้ออกมาเป็นความพร้อมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้ 2) เสริมความรู้เดิมให้พื้นฐานสูงขึ้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry)

ก. ทฤษฎีและเอกสาร

ยัง (Young, 1968 : 138 - 141) กล่าวถึงการสืบสวน-สอบสวนว่า หมายถึงวิธีการแสวงหาข้อสนเทศโดยการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการสอนวิทยาศาสตร์

ชาวบ (Young, 1968 : 138 - 141) เป็นผู้ที่ทดลองสอนแบบสืบสวน-สอบสวน กล่าวว่าการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน-สอบสวนหมายถึง การแสดงให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

- 1) วิธีที่จะให้ความรู้จากการแปลความหมายของข้อมูล
- 2) การแปลความหมายของข้อมูล การแสวงหาข้อมูล ขบวนการเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หรือข้อตกลงเบื้องต้นต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้เพิ่มขึ้น
- 3) หลักการและความคิดรวบยอดเปลี่ยนไป ทำให้ความรู้เปลี่ยนแปลงไปค่าย
- 4) ความรู้จะเปลี่ยนไปเมื่อมีเหตุผลดีกว่าเดิม

นอกจากนี้ยังแบ่งการสืบสวน-สอบสวน ออกเป็น 2 ประเภทคือ

- 1) การสืบสวน-สอบสวนที่จะนำเอาหลักการที่มีอยู่แล้วมาใช้ประโยชน์ในการกำหนดขอบเขตของปัญหา การทดลองเพื่อแก้ไขปัญห (stable inquiry)
- 2) การสืบสวน-สอบสวนที่จะนำเอาหลักการใหม่ ๆ มาใช้ประโยชน์ (fluid inquiry) ซึ่งเป็นการค้นพบสิ่งใหม่ บางทีจึงเรียกว่าเป็นการวิจัยเบื้องต้น

แกนเย (Young, 1968 : 138 - 141) มีความเห็นว่า การสืบสวน-สอบสวนเป็นชุดของกิจกรรมซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ใช้แก้ปัญหา เมื่อเผชิญหน้ากับปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่ท้าทายให้คิด

คอฟมาน (Kaufman, 1971 : 102) กล่าวว่า การเรียนรู้มีธรรมชาติเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีกิจกรรม (active process) ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการสืบสวน-สอบสวนควย

วิทรอก (DeCecco, 1968 : 464 - 465) ได้แบ่งปริมาณการแนะนำที่ครูให้แก่เด็กในการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) ครูให้หลักการและวิธีแก้ปัญหาทั้งหมด เป็นสถานการณ์ของการสอนแบบบอกให้หมด (expository teaching)
- 2) ครูให้หลักการซึ่งไม่สามารถจะใช้กับปัญหานั้นโดยตรง แต่อาจนำไปประยุกต์ใช้ได้
- 3) ครูไม่สอนหลักการ แต่บอกวิธีการแก้ปัญหาให้
- 4) ครูไม่ให้ทั้งหลักการและวิธีแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เรียกว่าการค้นพบเองโดยไม่ต้องแนะนำ (unguided discovery)

ระหว่างการสอนแบบบอกให้หมด กับการค้นพบเองโดยไม่ต้องแนะนำ มีส่วนที่ร่วมกันอยู่เรียกว่า การค้นพบโดยต้องแนะนำ (guided discovery) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่วิทรอกสนับสนุน

วาสิเลส์ (Vasilakes, 1967 : 494 - 502) แบ่งความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนออกเป็นคำถาม 4 ลักษณะคือ

- 1) การสังเกต เป็นคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติ โครงสร้าง และพฤติกรรม
- 2) การอธิบาย เป็นการถามหาสาเหตุโดยอธิบายจากข้อมูล ผู้ถามต้องเข้าใจทฤษฎี และมีความรู้อย่างเหมาะสม ขั้นนี้ต้องมีการตั้งและทดสอบสมมุติฐาน จึงใช้ความคิดลึกซึ้งกว่าการสังเกต
- 3) การทำนาย เป็นคำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ (interpolation) และการขยายความจากข้อมูล
- 4) การนำไปใช้ เป็นคำถามที่ทำให้เกิดผลิตผลหรือกระบวนการใหม่ โดยนำเอาผลจากข้อมูลที่เผชิญหน้านั้นมาใช้ และยักรวมทั้งคำถามที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ควย

ซาวบ (Sund and Trowbridge, 1967:38) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิม (Traditional Science) ไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมนั้นสอนไปตามบทเรียน แล้วสรุปผลในแบบของนักประพันธ์โดยไม่มีข้อมูลมาสนับสนุน และไม่เป็นสังกะย (concept) ที่แท้จริงซึ่งย่อมมีขอบเขตจำกัด มีความเที่ยงตรง ผลสรุปที่ได้ทำให้เกิดภาพพจน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผิดว่า เป็นความรู้ที่เป็นจริงเสมอไป เมื่อเวลาผ่านไปไม่นานความเชื่อนั้นถูกพิสูจน์ว่าผิด เด็กก็จะสับสน ความสับสนนี้จะทำให้เกิดการลงสรุป (generalize) ที่ผิดได้ นิสัยเช่นนี้ทำให้เกิดความผิดพลาดเสียหายต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แต่การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน-สอบสวน ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการและเข้าใจหลักการเบื้องต้นที่สำคัญ นอกจากนั้นยังเน้นกิจกรรมเหล่านี้คือ ความเข้าใจในปัญหาสามารถแยกแยะได้ การสังเกต การวัด การอ้างอิง การทำนายหรือตั้งสมมุติฐาน การค้นพบแบบ (pattern) ที่มีความหมาย การวางแผนการทดลอง การตีความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูล

ซุนและโทรวบริจ (Sund and Trowbridge, 1967:37) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิมเป็นการสอนเนื้อหา แต่การสอนโดยวิธีนำไปสู่การสืบสวน-สอบสวน ต้องการให้นักเรียนค้นพบว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งต่าง ๆ อย่างไร เพราะการสืบสวน-สอบสวนหมายถึงการค้นหาคำตอบ หรือความจริง เน้นการค้นหา (search) มากกว่าผลของการค้นพบ สิ่งสำคัญคือครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้ (how to learn)

วิธีการที่ครูจะนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนแบบสืบสวน-สอบสวน คือ

- 1) ให้อำนาจอย่างจริงจังเกี่ยวกับการสืบสวน-สอบสวนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นแบบแผนการแก้ปัญหาของนักวิทยาศาสตร์บางอย่าง ครูให้ข้อมูลพิเศษ (background information) เกี่ยวกับปัญหาของเราเอง แล้วให้ทั้งชั้นอภิปรายว่าจะแก้ปัญหานั้นได้อย่างไร
- 2) ปลูกฝังความรู้สึกในการสืบสวน-สอบสวน (sense of inquiry) โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สืบสวน-สอบสวนร่วมด้วย ครูเองอาจไม่รู้ว่าคำตอบของปัญหานั้นคืออะไร

แต่ครูกับนักเรียนจะช่วยกันแก้ปัญหา นักเรียนจะได้ไม่คิดว่าครูต้องเป็นผู้ทุกอย่าง และรู้สึกสนุกที่ร่วมกับครูในการค้นพบความจริง หรือหลักการบางอย่างในวิชาวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน-สอบสวนโดยวิธีสาธิต มีวิธีการดังนี้

- 1) แสดงการทดลองให้ดู
- 2) ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนคาดคะเนว่าเกิดสิ่งใดขึ้น หรือให้เดาว่าทดลองอะไร

- 3) ให้นักเรียนตอบคำถามประเภทอธิบาย
- 4) ให้มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็นในคำตอบเหล่านั้น
- 5) ให้นักเรียนช่วยกันลงสรุป

การสาธิตนี้อาจทำโดยบอกนักเรียนก่อนว่า การทดลองนี้ทำเพื่อพิสูจน์กฎบางอย่างหรือไม่บอกก่อน แต่ให้นักเรียนสรุปเองภายหลัง การสาธิตโดยไม่บอกให้ก่อนว่าจะพิสูจน์สิ่งใดนั้นมีประโยชน์มากกว่า เพราะเป็นการเน้นการสืบสวน-สอบสวน ยั่วให้นักเรียนได้วิเคราะห์ แยกแยะ ตั้งสมมุติฐานตามความรู้ที่มีอยู่มีแรงจูงใจสูงเพราะเด็กชอบพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองอยู่แล้ว และวิธีสอนแบบนี้เปิดโอกาสให้เด็กได้ทำสิ่งที่ต้องการ ทำทายให้เด็กสืบสวน-สอบสวนว่า "ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น" ทำให้เด็กได้ใช้สติปัญญาอย่างเต็มที่ ช่วยให้นักคิด เพราะทางที่จะช่วยให้นักคิดก็คือ เปิดโอกาสให้เด็กได้คิดจริง ๆ

วิธีเตรียมการสำหรับสอนแบบสาธิต ควรทำตามลำดับดังนี้

- 1) กำหนดสิ่งกับและหลักการที่จะสอน และวางแผนเพื่อสาธิตให้ไปตามสิ่งที่กำหนด

- 2) ถ้าหลักการใดยุ่งยากซับซ้อนเกินไป ให้แยกออกเป็นสิ่งที้ง่าย ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

- 3) เลือกกิจกรรมที่จะแสดงสิ่งกับเหล่านั้นได้
- 4) รวบรวมอุปกรณ์ที่ต้องใช้
- 5) ทดลองดูเองอย่างน้อย 1 ครั้ง
- 6) เตรียมคำถามที่จะช่วยให้นักเรียนเป็นแบบครูไม่ต้องบอก

7) พิจารณาว่าควรใช้วัสดุประกอบการสอนอย่างไร

8) เลือกวิธีประเมินผล เช่น การเขียนอธิบายยาว ๆ (essay) การตอบสั้น ๆ (quiz) การสรุปด้วยคำพูด หรือให้บอกถึงการนำหลักการที่พิสูจน์ได้นั้นไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น

9) พิจารณาเวลาที่ใช้สำหรับสาธิต เพราะถ้านานและซับซ้อน เด็กจะหมดความสนใจ นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

ก. การสาธิตนั้นมองเห็นชัดเจน

ข. ครูพูดเสียงดังชัดเจน ไม่ใช่เสียงระคายเคี่ยว

ค. คำตอบของนักเรียนคนหนึ่งคนใด ต้องให้ทั้งชั้นได้ยิน มีการทบทวนทั้งคำถาม และคำตอบอยู่เสมอ

ง. ทำการสาธิตด้วยความตื่นเต้น น่าสนใจ

จ. ให้นักเรียนเห็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อช่วยเราให้เกิดความสนใจ และแปลกใจ เพราะอยากรู่ว่าครูจะทำอะไร และเริ่มสอนดังนี้

— เริ่มทดลองพร้อมกับถามว่า "นักเรียนคิดว่า ครูกำลังทำอะไร" อาจถามเกี่ยวกับอุปกรณ์บ้าง

— ขณะทดลองต่อไป ถามว่า "เกิดอะไรขึ้น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น การทดลองนี้เพื่อพิสูจน์สิ่งใด"

ให้นักเรียนรู้จุดมุ่งหมายว่า ครูจะทดลองอะไร โดยใช้คำถามที่เตรียมไว้เป็นสิ่งนำทาง (guide) หรือเอาคำถามของนักเรียนเองที่ถามขณะสังเกตมาเป็นตัวอย่าง แล้วอธิบายจุดมุ่งหมายของการทดลองบนกระดาน โดยใช้ภาพประกอบมากกว่าคำพูด

ฉ. ขณะที่สืบสวน-สอบสวนครูควรให้กำลังใจ เช่น พูดว่า "ครูคิดว่า นักเรียนคงอยากตอบอะไรสักอย่างหนึ่ง ลองพูดิ หรือ สิ่งที่นักเรียนกำลังคิดนั้นคืออะไร ลองบอกครูว่าคิดอะไรบ้าง" หรือแทนที่จะบอกว่าสิ่งที่นักเรียนตอบนั้น "ไม่ถูก" ควรกล่าวว่า "ที่ตอบมานั้นดี แต่ยังไม่ค่อยถูกต้องนัก" เป็นต้น

ช. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลอง รวมทั้งตั้งจุดมุ่งหมายด้วย

ซ. ประเมินผล

สำหรับผู้สาธิตนั้น มี 5 ประเภทคือ

- 1) ครูเตรียมและทดลองเอง เหมาะสำหรับการสาธิตที่ซับซ้อน
- 2) ให้นักเรียนบางคนช่วยทดลอง จะทำให้ทั้งชั้นสนใจมากขึ้น
- 3) นักเรียนสาธิตเองเป็นกลุ่ม ใช้ไต่ถามโอกาส เพื่อให้นักเรียนมีกิจกรรมมากขึ้น รู้จักการทำงานร่วมกัน แต่อาจเกิดปัญหาบ้าง
- 4) ให้ทุกคนได้ทดลองเอง เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นสูง ๆ
- 5) ครูวิทยาศาสตร์อื่น หรือนักวิทยาศาสตร์จริง ๆ เป็นการเชิญมาสาธิตให้ดูเป็นครั้งคราว

ซุคแมน (Suchman, 1962) กล่าวว่า วิธีการสืบสวน-สอบสวนนั้น แบ่งออกเป็นกิจกรรมได้ 4 ส่วนคือ

- 1) การค้นหา (searching)
- 2) การรวบรวมและประเมินข้อมูลเข้าด้วยกัน (data processing)
- 3) การค้นพบ (discovery)
- 4) การนำเอาสิ่งที่ได้ค้นพบแล้วไปใช้ไต่ถามอย่างถูกต้อง

ถ้าขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไป ก็ไม่เรียกว่าวิธีการสืบสวน-สอบสวน

ซุคแมน (Suchman, 1964 : 1) มีความเห็นว่า นักเรียนที่ไม่เป็นตัวของตัวเอง (dependent) มีความรู้แต่ไม่เข้าใจอย่างแท้จริงในสิ่งที่เรียน ตรงข้ามกับที่เป็นตัวของตัวเอง (autonomous) จะแสวงหาปัญหาที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน อาจใช้การเคาะเพื่อต้องการทราบว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น บางครั้งมีการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบแนวความคิดของตนเอง รู้จักประเมินผลงานเพื่อเลือกไว้เฉพาะที่ใช้ได้จริง การเป็นตัวของตัวเอง ในการเรียนเช่นนี้จะเสริมแรงให้กับตนเอง (self-reinforcing) เพื่อให้มีกำลังสำหรับหาความรู้ใหม่ ๆ วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวนช่วยฝึกให้เด็กเป็นตัวของตัวเองได้ แต่ต้องคำนึงถึงเงื่อนไข 3 ประการคือ

- 1) สร้างจุดสนใจเพื่อเร้าให้อยากสืบสวน-สอบสวน (focus) คือสร้างสถานการณ์หรือท่วงท่าการสาธิตให้เด็กเกิดความอยากรู้อยากเห็นว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2) การให้อิสระภาพ (freedom) เด็กจะไม่สับสนต่อไปถ้าเข้าใจว่า คำอธิบายที่ได้อ่านได้จากหนังสือเป็นสิ่งที่สิ้นสุด หรือตั้งใจว่าจะเรียนเพื่อหาเกณฑ์ที่ดีเท่านั้น แต่ถ้าเด็กไปพบกับเหตุการณ์ที่ตนเองไม่เข้าใจ ทั้งอยากรู้อย่างไรและไม่มีใครให้ คำตอบได้ก็จะเกิดความกระวนกระวายที่สับสน สิ่งที่ครูช่วยให้เด็กรู้สึกเป็นอิสระจาก ภายนอก (external freedom) ใดคือ ไม่ทำตนเป็นผู้นำ แต่ให้เด็กแสดงความคิดเห็น นำกันเอง นอกจากนี้ยังต้องช่วยให้เด็กรู้สึกสบายใจ ไม่กลัวว่าตนจะทำผิด (internal freedom) ใดโดยไม่ทำให้เด็กรู้สึกอึดอัดใจ เช่นกล่าวว่า "นั่นเป็นความคิดที่ไม่ดีเพราะ..." หรือ "คำถามนี้ใช้ไม่ได้เลย" เพราะถ้าเด็กกลัวว่าสิ่งที่ตนกระทำจะเป็นความผิด ก็ไม่ยอม สืบสวน-สอบสวนต่อไป ครูต้องยอมรับฟังคำถามและความคิดเห็นโดยไม่ตัดสินว่า ถูก หรือ ผิด ไม่ว่าจะถามก่อนหรือระหว่างเกิดปัญหานั้น ความคิดของเด็กเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่ครูควรเอาใจใส่ การอธิบายด้วยคำพูดแสดงความเข้าใจของเด็กเองมีความหมายยิ่งกว่าคำอธิบายจากที่ใด ๆ

3) สร้างสิ่งแวดล้อมที่มีการตอบสนอง (responsive environment) ครูเองต้องทำตนเป็นผู้ตอบสนอง (response) มากกว่าผู้ชี้แนะ (direct) โดยการให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ (information) เมื่อเด็กต้องการหรือเพื่อเสริมให้มีการทดสอบทฤษฎีต่อไป

* ซุกแมน (Suchman, 1966 : 7 - 34) ได้ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับ ขบวนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ภายหลังจากที่ได้ทดลองมาแล้วว่า การพัฒนาวิธีของ การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Development Procedures) ต้องอาศัย ส่วนประกอบหลายประการ เช่น

1. อุปกรณ์และวิธีใช้ (Materials and Procedures) เป็นสิ่งที่ช่วยครูในการทำให้นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเอง ประกอบด้วย

ก. ภาพยนตร์ (Films) เป็นภาพยนตร์สั้น ๆ ไม่มีเสียง ไม่มีชื่อเรื่อง หรือคำบรรยาย ใช้เป็นข้อมูลที่ท้าทายให้คิด

ข. การสาธิต (Demonstrations) เป็นการรวมความสนใจของนักเรียน มายังจุดเดียวกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสเอาอุปกรณ์มาทดลองเองได้ช่วย และช่วยกันเก็บข้อมูล การสาธิตจะช่วยให้เข้าใจปัญหาจากภาพยนตร์ได้ชัดเจนขึ้น ถ้านักเรียนมากให้แบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และครูต้องเตรียมพร้อมที่จะทดลองซ้ำให้นักเรียนดูได้

ค. เครื่องมือสำเร็จเป็นชุด (Student Experimental Kits)

นักเรียนควรมีเครื่องมือคนละชุด เครื่องมือนี้มีไว้ทำให้เกิดปัญหา แต่ช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเป็นการทดสอบความคิด ชุดของเครื่องมือนี้ควรให้มีอุปกรณ์เกินความจำเป็นไว้ และอยู่ปะปนกัน

ง. หนังสือคู่มือ (Idea Books) ถือได้ว่าเป็นแหล่งของความคิดสำหรับนักเรียน จะช่วยแนะวิธีรวบรวมข้อมูล ให้สิ่งกับใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้ถาม ทำหน้าที่เหมือนแหล่งที่ช่วยจัดระเบียบของสิ่งกับต่าง ๆ ที่ได้มา (concept organizer) หนังสือนี้ไม่ใช่ตำราหรือคู่มือ (guide) แต่เป็นสิ่งที่ผู้สืบสวนจะใช้เมื่อมีความจำเป็น การจัดทำหนังสือคู่มือนี้ต้องให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ให้ตรงกับเนื้อเรื่องของแต่ละวิชาและมีคุณค่าพอที่จะทำให้นักเรียนสนใจค้นคว้าเองโดยครูไม่ต้องสั่ง

จ. หนังสือที่ใช้ประกอบ (Resource Books) จะให้ข้อสนเทศที่สัมพันธ์กับปัญหา บอกความเป็นมา ประโยชน์ที่นำมาใช้ได้จริง มีการแนะนำเกี่ยวกับการจัดระเบียบของสิ่งกับ (concept organizer) เล็กน้อย มีเนื้อหาที่ก่อให้เกิดความสนใจในปัญหา แต่ไม่มีการแก้ปัญหา (solution)

ฉ. การใช้เครื่องช่วยสอน (Using the Inquiry Development Program) เครื่องช่วยสอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เวลาใช้ไม่แยกอย่างหนึ่งอย่างใด โดยเฉพาะ ต้องใช้ประกอบกันเพราะลำพังแต่ละชนิดไม่สามารถสนองความต้องการของขบวนการสืบสวน-สอบสวนโดยตรง เพียงแต่ช่วยส่งเสริมหรือเร้าให้คิด นอกจากนี้ตัวครูเองก็ถือได้ว่าเป็นสิ่งเร้าอย่างหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนแสดงความสามารถหาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ ตำรา หรือวารสาร เป็นต้น

ช. วิธีดำเนินการในแต่ละช่วงเวลา (Procedures for an Inquiry Session) ปกติเริ่มตั้งแต่เสนอปัญหา ไม่ว่าจะเป็นภาพยนตร์หรือการสาธิต ครูต้องเน้นให้เห็นว่าภาพยนตร์หรือการสาธิตนั้นมีสิ่งใดน่าสงสัยบ้าง คำถามที่เกิดขึ้นเป็นของนักเรียนเอง และนักเรียนทั้งชั้นต้องเข้าใจคำถามตรงกัน เมื่อได้ปัญหาแล้วนักเรียนจะต้องพยายามหาเหตุผลทฤษฎี ที่จะมาอธิบายเหตุการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ช่วงเวลาส่วนใหญ่ของขบวนการเรียน

แบบสืบสวน-สอบสวนอยู่ที่การถาม - ตอบ (ใช่ - ไม่ใช่) ของนักเรียนกับครู การถาม - ตอบนี้แตกต่างกับการเล่น 20 คำถาม เพราะการเล่น 20 คำถามนั้น เมื่อได้รับคำตอบแล้ว การคิดจะยุติเพียงเท่านั้น แต่การสืบสวน-สอบสวนเมื่อได้ทฤษฎีหรือหลักการแล้วไม่หยุดเพียงแค่นั้น กลับขยายกว้างออกไปยังสิ่งอื่นรอบตัว (open-endedness) ดังนั้นครูต้องคอยระวังการถาม - ตอบให้ถี่ เพื่อมิให้การสืบสวน-สอบสวนกลายเป็นเพียงการเล่น 20 คำถาม โดยอาศัยหลักเกณฑ์สำหรับพิจารณาการสืบสวน-สอบสวน ดังนี้

- 1) เป็นคำถามที่ตอบได้ด้วยคำว่า "ใช่ - ไม่ใช่" ถ้านักเรียนถามด้วยคำถาม "ทำไม" แล้วได้รับคำตอบจากครูทันที ต่อไปจะถามเช่นนั้นอีกโดยตนเองไม่ได้คิดหาคำตอบด้วย ยอมเชื่อคำตอบของครูเสมอไป บางคำถามตอบด้วยคำว่า "ใช่ - ไม่ใช่" ไม่ได้ ครูต้องระวังในการแก้ไขคำตอบ หรือในการให้ข้อเสนอแนะเพื่อมิให้เป็นการสะกดกัน ความคิดของนักเรียน
- 2) นักเรียนแต่ละคนจะถามได้ไม่จำกัดจำนวนคำถาม ให้ถามได้ตามความพอใจจนกว่าจะยุติเอง คำถามจะโต้ตอบเนื่องเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นไปตามขบวนการสืบสวน-สอบสวน
- 3) ครูจะไม่ตอบคำถาม (ใช่ - ไม่ใช่) สำหรับคำถามที่เป็นทฤษฎี เพราะจะทำให้ให้นักเรียนหยุดคิดทดสอบทฤษฎีของตนเอง
- 4) นักเรียนทุกคนมีสิทธิที่จะทดสอบทฤษฎีของผู้อื่นได้ ให้แสดงความคิดเห็นโต้แย้งในเรื่องทฤษฎีทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีการทดสอบ เพื่อจะได้ฟังความคิดของหลาย ๆ คน
- 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนปรึกษากันเอง โดยครูไม่ต้องเข้าไปยุ่งเกี่ยวเพื่อส่งเสริม (encourage) การแลกเปลี่ยนหรือรวมความคิดของกันและกัน แต่ไม่ควรให้เวลาสำหรับปรึกษานานเกินไปเพราะกลับจะได้ประโยชน์ลดลง
- 6) ให้นักเรียนได้ใช้เครื่องช่วยสอนทุกอย่างทุกโอกาสที่ต้องการ นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องมีพฤติกรรมเหมือนกันหมดในเวลาเดียวกัน เช่น ขณะที่คนหนึ่งกำลังถามครู คนอื่นอาจจะฉายภาพยนตร์ซ้ำ หรือหาความรู้เพิ่มจากชุดเครื่องมือ หรือจากหนังสือ

2. เงื่อนไขของการเรียนแบบสืบสวน-สอบสวน (Conditions for Inquiry)

สภาพที่จะสนับสนุนความสามารถในการสืบสวน-สอบสวนของนักเรียน ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

ก. ความรู้สึกเป็นอิสระ (The condition of freedom) ให้นักเรียนมีอิสระในการหาข้อสันเทศตามความต้องการ ใ้ปกครองตนเอง เป็นผู้นำตนเอง และเริ่มค้นคว้าตนเอง

ข. สภาพการตอบสนองของสิ่งแวดล้อม (The condition of the responsive environment) การสืบสวน-สอบสวนจะเกิดขึ้นเฉพาะในสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยเท่านั้น ครูต้องหาสิ่งที่จะให้ข้อสันเทศแก่นักเรียนมาไว้ ตัวครูเองก็เป็นสิ่งที่จะให้ข้อสันเทศเช่นกัน แต่ไม่ต้องตัดสินว่าสิ่งใดถูกหรือผิด

ค. จุดสนใจของเรื่องที่จะสอน (The condition of focus) เรื่องที่จะสอนไม่ว่าจะเป็นการทดลอง หรือเหตุการณ์ จะเป็นจุดสนใจ (focus) ได้ ต้องมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกขัดแย้ง

ง. ความสบายใจ (The condition of low pressure) พฤติกรรมของครูที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสบายใจคือ การตอบสนองต่อตัวนักเรียนในทางที่ดี และเป็นกลางกับความคิดของนักเรียน ยอมให้การทดสอบ การตัดสินใจเกี่ยวกับสมมุติฐาน หรือทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและตัดสินใจของนักเรียนเอง นอกจากนี้สิ่งที่จะช่วยให้เกิดความสบายใจคือ แนวการบริหารของโรงเรียน การทดสอบ การสอบไล่ - ตก และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของโรงเรียน

3. การจัดห้องเรียน (Physical Arrangement) หมายถึงที่นั่งเรียน กระจกานคำ และอุปกรณ์อื่น ๆ

ก. การจัดที่นั่ง (Seating arrangement) การเรียนแบบนี้ครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเองต้องมีความใกล้ชิดกัน จึงควรจัดที่นั่งเป็นวงกลมใกล้กับฉากหรือกระจกาน ซึ่งสะดวกในการติดต่อกันทุกฝ่ายเหมาะสำหรับชั้นที่นักเรียน 12 - 15 คน แต่ถ้ามีมาก 30 - 40 คนก็จัดแบบห้องเรียนธรรมดา

ข. การจัดกลุ่ม (Grouping) ถ้ามีนักเรียนมากกว่า 20 คน การที่จะให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทดลองนั้นเป็นไปได้ยาก ควรแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำงานเป็นคณะ

เริ่มแรกไม่ควรจกกลุ่มเล็กนักเพราะยังช่วยตัวเองไม่ได้ เมื่อมีทักษะ เข้าใจ และเป็นตัวของตัวเองได้แล้วจึงแบ่งให้กลุ่มเล็กลง

ค. สิ่งจำเป็นอื่น ๆ (Special equipment) การจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ ก่อนเริ่มค้นบทเรียนแบบสืบสวน-สอบสวนเป็นสิ่งจำเป็น สิ่งที่ต้องเตรียมเช่น กระดานคำซึ่งอาจใช้ฉาก หรือกระดานแผ่นใหญ่แทนก็ได้ ที่เขียนข้อมูล คำถามหรืออื่น ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการอ้างอิงได้อย่างสะดวก ภาพยนต์ เครื่องบันทึกเสียง ควรเตรียมไว้ให้พร้อมที่จะใช้ได้ทันที

4. บทบาทของครู (The Role of the Teacher) มีความแตกต่างไปจากครูที่สอนตามปกติ เพราะต้องทำหน้าที่สร้างเสริมสิ่งแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ การสืบสวน-สอบสวน ต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยา ดังนั้นครูควรมีบทบาทดังนี้

- ก. ระวังและท้าทายให้นักเรียนคิด
- ข. ให้อิสระภาพในการทดลอง ถาม หรืออภิปราย
- ค. หาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุนการสืบสวน-สอบสวน
- ง. ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนทำไม่ได้
- จ. ใช้ความเป็นครูให้เหมาะสมกับโอกาส (teachable moment) เช่น ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ

5. ช่วงแรกของการเริ่มเรียน (The first Session) ระยะเริ่มแรกของการเรียนสำคัญมาก ควรดำเนินการให้นักเรียนเห็นและเข้าใจหลักการที่ถูกต้องบางอย่างเพื่อยึดเป็นแนวสำหรับปฏิบัติในครั้งต่อไป สิ่งที่ต้องเข้าใจคือ

- ก. การเป็นตัวของตัวเอง (Pupil autonomy) ให้นักเรียนเข้าใจเสียแต่แรกว่าตนจะต้องรับผิดชอบดำเนินการค้นคว้าหาความรู้เอง
- ข. ความเป็นอิสระและรู้ดีว่าได้รับความสนับสนุน (Freedom and support)
- ค. ความไม่จบสิ้นของความรู้ (Open-endedness)
- ง. ความเชื่อมั่นและความนับถือในตนเอง (Self-confidence and self-esteem)

จ. การสืบสวน-สอบสวน (Inquiry) นักเรียนควรได้ทำการสืบสวน-สอบสวนจริงเร็วที่สุดเมื่อมีโอกาส

6. การสร้างความรู้ในกระบวนการเรียนแบบสืบสวน-สอบสวน (Building Knowledge of the Inquiry Process) การเข้าใจธรรมชาติของกระบวนการเรียนจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีทักษะดีขึ้น แต่ก่อนที่จะมีความรู้ดังกล่าวต้องให้นักเรียนคุ้นเคยกับศัพท์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบสวน-สอบสวนเสียก่อน ศัพท์เหล่านั้นคือ ทฤษฎี การทดลอง ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล สาเหตุ คุณสมบัตินี้ เป็นต้น

โครงสร้างและกระบวนการสืบสวน-สอบสวน

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2514 : 1 - 4) ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบสวน-สอบสวน (The Inquiry Process) ดังนี้ ขบวนการสืบสวน-สอบสวนเป็นสิ่งที่นำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ เน้นลักษณะที่เป็นธรรมชาติของตัวแปร เช่น X และ Y ว่าจะมีอะไรบ้าง ลักษณะ คุณสมบัติ ตลอดจนความสัมพันธ์ของ X และ Y เป็นอย่างไร เป็นการสืบสวน-สอบสวนเพื่อนำไปสู่การค้นพบโดยมีการสืบสวนนำมาก่อนเพื่อให้ทราบว่าตัวแปรใดบ้างแล้วจึงทำการสอบสวนถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้น

ดังนั้นในการสอนจึงเน้นกระบวนการสืบสวน-สอบสวนก่อน เพื่อให้ทราบว่า X และ Y เป็นอย่างไร แล้วดำเนินการสอบสวนหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองคือ ต้องให้นักเรียนเข้าใจขั้นสืบสวนให้ก่อน จึงเริ่มต้นขั้นสอบสวนหาความสัมพันธ์ของ X และ Y เป็นการให้เข้าใจสมการ $Y = f(X)$

โครงสร้างของกระบวนการสืบสวน-สอบสวนนี้ อาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิสที่กล่าวว่า การเรียนรู้มีขบวนการสำคัญ 2 ประการคือ

1. โครงสร้างความคิดเดิม (Assimilative Structure) คือการนำเอา, ความรู้เดิมมารับความรู้ใหม่ได้ ทางจิตวิทยาถือว่าสมองของเด็กนั้นมีโครงสร้างของการเรียนรู้ที่เรียกว่า Cognitive structure หรือโครงสร้างของการเรียนรู้ซึ่งมีลำดับขั้นพอสมควร

ถ้าโครงสร้างมีความพร้อมที่จะเชื่อมโยงกับโครงสร้างของการเรียนรู้ได้ ความสัมพันธ์จะเป็นไปดังนี้



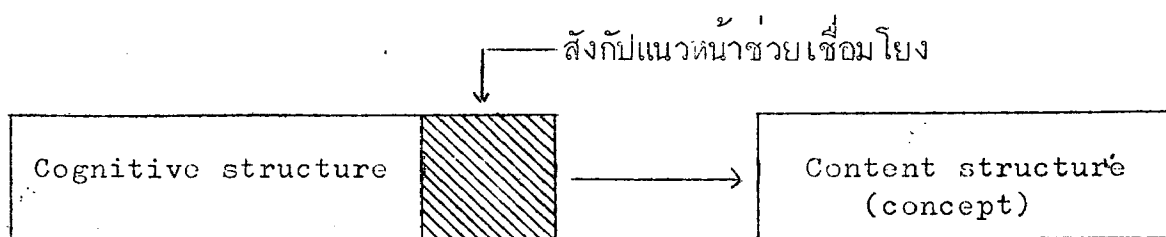
Assimilation

ภาพที่ 1. โครงสร้างความคิดเดิม

ดังนั้นเมื่อคำนึงตามขบวนการสืบสวน-สอบสวนแล้ว ครูจึงต้องเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ นักเรียนจะเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด เช่น ครูถามว่า "สัตว์ชนิดหนึ่งมีสีขาว ชอบกินปลาเป็นอาหารคืออะไร" ถ้านักเรียนตอบว่า "แมวใช่หรือไม่" แสดงว่านักเรียนนำความรู้เดิมเกี่ยวกับแมวมาใช้ หากได้รับคำตอบว่า "ไม่ใช่" จะทำให้เกิดความขัดแย้ง (conceptual conflict) ขึ้นมา และทราบว่าความรู้เดิมไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่ขั้นต่อไป

2. โครงสร้างที่ปรับปรุงรับความรู้ใหม่ (Accommodative Structure)

คือมีการปรับปรุงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม ถ้าไม่มีการปรับปรุงโครงสร้างเดิมจะรับความรู้ใหม่ไม่ได้ เพราะโครงสร้างของเนื้อหาทางจิตวิทยา กับสิ่งกับ (concept) อยู่ใกล้กัน แสดงว่านักเรียนไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ครูสอนได้ เนื่องจากขาดพื้นฐาน จึงจำเป็นต้องขยายโครงสร้างการเรียนรู้ของเด็กออกไปจนกว่าจะมีการเชื่อมโยงกันได้ดังนี้



Accommodation

ภาพที่ 2. โครงสร้างที่ปรับปรุงรับความรู้ใหม่

เช่น จากตัวอย่างในโครงสร้างชั้นแรก นักเรียนอาจจะขยายสังกัดของสัตว์ชนิดที่กินปลา เป็นอาหารว่ามีหลายชนิด เติมทราบแต่เพียงว่ามีแมว จึงต้องขยายสังกัดและโครงสร้างเดิม เพื่อรับความรู้ใหม่ หรือเข้าใจประสบการณ์ใหม่ เป็นโครงสร้างของขบวนการสืบสวน-สอบสวน โครงสร้างทั้งสองนี้แนะนำให้ผู้สอนใช้สังกัดแนวทางเข้ามาช่วย คือเป็นการนำเอา Accommodation เข้ามาช่วยทำให้เกิดความรู้ใหม่ให้นักเรียนตามเกี่ยวกับธรรมชาติ อาศัยการสังเกตเป็นส่วนใหญ่เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างขึ้นจะได้เกิดสังกัดใหม่ ๆ พร้อมทั้งจะรับความรู้

สิ่งที่ควบคู่ไปกับ โครงสร้างคือขบวนการ การสืบสวน-สอบสวนซึ่งประกอบด้วย ขบวนการ 4 อย่าง คือ

1. ขบวนการสร้างสังกัด (Concept-formation Process) คือขบวนการเรียนรู้ ลักษณะนิยาม (defining attribute) ของสังกัดต่าง ๆ ส่วนมากใช้การคิดแบบวิเคราะห์ และแบบแยกประเภท ซึ่งตรงกับขั้นสังเกต (observation)

2. ขบวนการสร้างทฤษฎี (Theorization Process) เป็นขบวนการแก้ปัญหา โดยการค้นทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสังกัด หรือตัวแปร หรือสังกัด (theoretical construct) ส่วนมากใช้การคิดแบบโยง ความสัมพันธ์และแบบอ้างอิง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก การสอนนักเรียนเกี่ยวกับขบวนการสร้าง ทฤษฎี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยพยายามชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสังกัด หรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป การสร้างทฤษฎีต้องมีข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumption) และมีเหตุผลเบื้องต้นว่าอย่างไร มีสังกัดอะไรเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องบ้าง มีเหตุผลเบื้องหลังอย่างไรจึงตั้งทฤษฎีอย่างนั้น เช่น เคยพบมาก่อน เป็นต้น ซึ่งตรงกับขั้น อธิบาย (explanation)

3. ขบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (Verification Process) หมายถึง ขบวนการสำหรับทดสอบ และพิสูจน์สมมุติฐานที่ได้จากทฤษฎีโดยการทดลองชักถาม เพื่อให้ได้ ข้อมูล แล้วนำมาประเมินสรุปผลว่าสมมุติฐานนั้นใช้ได้เพียงใด ส่วนมากใช้การคิดแบบสังเคราะห์ แบบวิจารณ์ญาณ และคิดแบบประเมินผล ซึ่งตรงกับขั้นทำนาย (prediction)

4. ขบวนการสร้างสรรค์ (Creative Process) คือขบวนการที่นำความรู้
ขั้นพื้นฐานที่เรียนมา ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปที่แตกต่างออกไป เป็นสื่อนำไปสู่การ
สืบสวน-สอบสวนขั้นต่อไป ส่วนมากใช้ความคิดสร้างสรรค์และการคิดแบบสังเคราะห์
จึงเปรียบได้กับขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ (control and creativity)

การสังเกตค้นพบแล้วเกิดปัญหาคือขัดแย้ง (conceptual conflict) อันจะนำไป
สู่การสืบสวน-สอบสวนเพื่อหาคำอธิบาย แล้วสามารถนำไปทำนายปรากฏการณ์อื่น หรือนำไปใช้ได้
ดังนั้นขบวนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนจึงเป็นขบวนการวิจัยเบื้องต้นนั่นเอง ซึ่งมีลำดับขั้นดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เน้นการสร้างสังเกตและการคิดอย่างมี
ประสิทธิภาพที่ได้มาจากการสังเกต
2. การอธิบาย (Explanation) ใช้ขบวนการสร้างทฤษฎีจากการหาเหตุผล
เพื่ออธิบาย
3. การทำนาย (Prediction) เป็นขบวนการพิสูจน์สมมุติฐาน โดยใช้วิธีการทำนาย
เพื่อผู้คิดจะไ้รวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐานนั้น
4. การนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and Creativity) คือนำความรู้
ที่ได้รับมาสมกันเป็นโครงสร้างใหม่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ดังนั้นการสืบสวน-สอบสวน
จึงนำไปสู่การค้นพบ และการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้

Inquiry —————> Discovery —————> Invention

วิธีสอนแบบนี้ครูจึงพูดน้อยลง แทนที่ครูจะเป็นผู้ออกฝ่ายเดียวกลับทำหน้าที่ใหม่คือ
คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ ดังคำนิยามที่กล่าวว่า "การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลง
พฤติกรรมให้เป็นไปตามจุดหมาย" ดังนั้นการสอนจึงเป็นการจัดประสบการณ์เพื่อให้นักเรียน
เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตรงกับปรัชญาของ John Dewey คือ Learning by doing
ครูช่วยให้นักเรียนเป็นผู้แสดง แต่เดิมครูทำหน้าที่เป็นโจทก์ซักถามนักเรียนเป็นจำเลย
ส่วนการสอนแบบนี้นักเรียนกลายเป็นโจทก์ ซึ่งสอดคล้องกับระบอบประชาธิปไตย จึงช่วยให้
ได้รับการส่งเสริมได้ง่ายในสังคมประชาธิปไตย

หลักการในการสร้างโครงการสอน

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา การสอนแบบนี้เหมาะสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 คืออายุ 12 ปีขึ้นไป เพราะนักเรียนวัยนี้มีความสามารถในการหาเหตุผลสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ จากการวิเคราะห์หลักสูตรพบว่า มีข้อบกพร่องต้องแก้ไขเพื่อให้การเรียนการสอนได้ผล การทำโครงการสอนต้องศึกษาจุดมุ่งหมาย แผลจุดมุ่งหมายออกมาในรูปของพฤติกรรมที่คาดหวังซึ่งต้องปฏิบัติได้จริง จึงสะดวกต่อการกำหนดเนื้อหา วิธีสอน พฤติกรรมของครูและนักเรียน อุปกรณ์ และการประเมินผล การประเมินผลควรทำก่อนและหลังจากสอนแล้วเพื่อจะได้เปรียบเทียบผลดูว่า ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมากน้อยเพียงใด เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาปรับปรุงการสอนของครูต่อไป

2. การวิเคราะห์ขบวนการสอน นักเรียนเสริมสร้างความรู้เดิมด้วยความคิดรวบยอดใหม่ ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วเรียกว่าสังกัดกับแนวหน้า จึงจำเป็นสำหรับการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน

ลำดับขั้นของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน

1) การสังเกต (Observation) ครูทดลอง (อาจเป็นภาพยนตร์หรือภาพประกอบ) ให้นักเรียนสังเกตและเกิดความข้องใจ จะได้อถามเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับอธิบายข้อสงสัยนั้น คำถามเป็นแบบ "ใช่ - ไม่ใช่" (binary question) เพื่อเป็นการแยกปัญหาออกเป็น 2 ฝ่าย และเป็นการกระตุ้นให้ถามโดยใช้ความคิด ครูไม่อธิบายนอกจากตอบว่า "ใช่ - ไม่ใช่" เท่านั้น

2) การอธิบาย (Explanation) ครูทดลองต่อไป นักเรียนจะได้อข้อมูลจากการสังเกตแล้วถ้านักเรียนถามว่า "ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น" ครูไม่ต้องตอบ อาจทดลองให้ครูชี้หรือถามให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น เป็นการเร้าเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานขึ้นใช้อธิบายปรากฏการณ์นั่นเอง

3) การทำนาย (Prediction) เมื่อนักเรียนตั้งสมมุติฐานได้แล้ว จะคาดการณ์ล่วงหน้าโดยนำความรู้ที่ได้ไปทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ นักเรียนจะใช้คำถามว่า "ถ้าเป็นอย่างนั้นจะได้อหรือไม่" ครูทดลองให้ดู เพื่อดูว่านักเรียนจะได้อสังเกตและตอบคำถามได้เอง

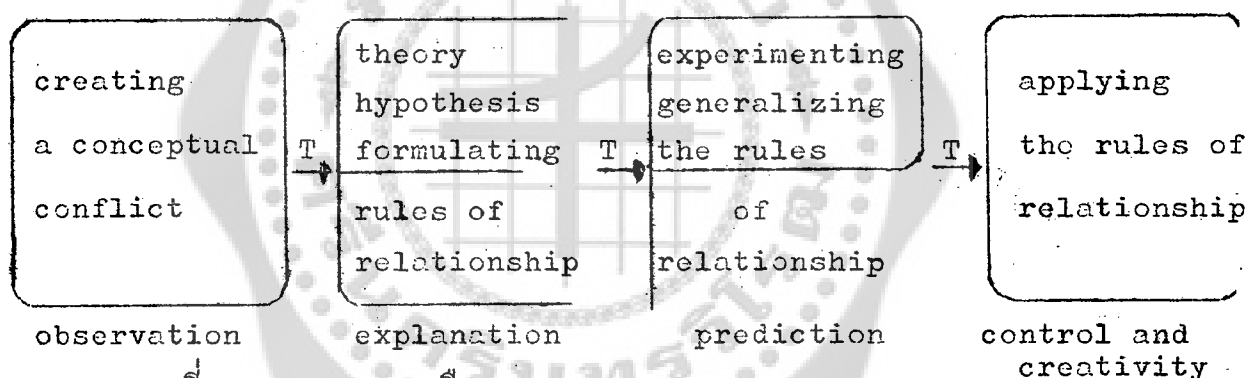
4) การนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and Creativity)

ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าสิ่งที่พบนั้นนำไปใช้อะไรได้บ้าง เพื่อนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์อื่นที่เป็นประโยชน์

ก่อนดำเนินการสอน ครูควรฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามทั้ง 4 ชั้นก่อน เพื่อจะได้ไม่ลืม ขบวนการ โดยนำภาพมาให้ดูแล้วให้สังเกตว่า มีอะไรบ้างในภาพนั้น ฝึกการใช้คำถาม เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขบวนการ 4 ชั้นดังกล่าวเขียนเป็นแผนผังให้เข้าใจได้ดังนี้

ขบวนการสืบสวน-สอบสวน (The Inquiry Process)



ภาพที่ 3. ขบวนการสืบสวน-สอบสวน

ในระหว่างแต่ละขั้นจาก O ไปยัง E หรือ P จะโยงด้วยลูกศรและมีอักษร T กำกับนั้น หมายถึงครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้น หรือให้ข้อเสนอแนะที่จำเป็นเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนถามตอบเนื่องกันจนครบขบวนการ

ดังนั้นนักเรียนดำเนินการถามครบขั้นตอนของการสืบสวน-สอบสวนแล้ว ย่อมจะนำไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งช่วยให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ที่มีประโยชน์ต่อไป ดังภาพ

Inquiry $\xrightarrow{T}$ Discovery $\xrightarrow{T}$ Invention

$$[Y = f(X)]$$

ย่อมเป็นการแสดงให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่เทคโนโลยี

Science $\longrightarrow$ Technology

ข. การวิจัย

ซุคแมน (DeCocco, 1963 : 464) เริ่มทำการทดลองที่จะปลูกฝังความคิดสืบสวน-สอบสวนให้เกิดขึ้นในตัวเด็กที่เรียกว่า "Inquiry Training" เป็นครั้งแรกที่อิลินอยส์ โดยมีวัตถุประสงค์ว่า จะส่งเสริมแรงจูงใจให้เด็กเกิดความอยากรู้อยากเห็นและหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ เพราะขณะนั้น (1957) เป็นระยะที่อเมริกากำลังตื่นตัวที่ทราบว่ารัสเซียมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มากกว่า สามารถยิงจรวดขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ จึงมีการปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง

การสอนนี้แบ่งระยะดำเนินการออกเป็น 3 ตอน ในเวลา 1 ชั่วโมง

ก. ใช้ภาพยนต์ แผนภาพ หรือการทดลอง ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้ง และทำให้เกิดช่องว่าง (gap) เพื่อนักเรียนจะได้เกิดความคิดสอบถาม เช่น ลูกกลมเหล็กเมื่อได้รับความร้อนลอคห้วงวงแหวนไม้ได้ แต่เมื่ออยู่ในอุณหภูมิธรรมดาลอคได้ เป็นเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน

ข. เป็นการซักถามถึงเรื่องราวในตอนแรก ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ครูตอบคำถามแต่เพียงว่า "ใช่ - ไม่ใช่" เท่านั้น เป็นการควบคุมขอบเขตการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ครูจะคอยกระตุ้นโดยพูดว่า "สิ่งนั้นขึ้นอยู่กับ..." หรือ "บอกมาให้มากกว่านั้น" การถามจะสิ้นสุดเมื่อนักเรียนอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้แล้ว เช่น ตัวอย่างการถาม (Suchman, 1960)

น.ร. ตอนแรกลูกตุ้มและห้วงมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องใช่ไหม ?

ครู ใช่

น.ร. ตอนแรกลูกตุ้มลอคห้วงไม้ได้ใช่ไหม ?

ครู ใช่

น.ร. เมื่อเอาลูกตุ้มลงไฟแล้วมันลอคห้วงไม้ได้ใช่ไหม ?

ครู ใช่

น.ร. ถ้าเอาห้วงไปลงไฟจะเกิดผลแบบเดียวกันใช่ไหม ?

ครู ไม่ใช่

- น.ร. ถ้าเอาทั้งห่วงและลูกตุ้มไปลงไฟลูกตุ้มจะลอคลงไหม ?
- ครู มันขึ้นอยู่กับอีกหลายอย่าง
- น.ร. ถ้าทั้งห่วงและลูกตุ้มถูกเผาไหม้จุดหนึ่งเท่ากันลูกตุ้มจะลอคห่วงได้ไหม ?
- ครู ใช่
- น.ร. ลูกตุ้มมีขนาดเท่าเดิมหรือไม่ เมื่อเผาไฟแล้ว ?
- ครู ไม่เท่า
- ฯลฯ

(น.ร. หมายถึงนักเรียนชั้น 5 และ 6)

ครูถามนักเรียนว่า "ใช่ - ไม่ใช่" เท่านั้นที่จะกระตุ้นให้เด็กรู้จักคิด จากตัวอย่างนี้คำถามของเด็กมี 2 ประเภทคือ

- คำถามที่ต้องการข้อสนเทศเพิ่มเติม เช่นถามว่า "ลูกตุ้มและห่วงเหล็กตอนแรกมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้องไหม ?"
- คำถามแบบทดลอง เช่นถามว่า "ถ้าห่วงได้รับความร้อนแทนลูกตุ้ม ผลจะเหมือนกันหรือไม่"

ค. เป็นตอนที่ครูอธิบายลักษณะคำถามของนักเรียนว่า ควรปรับปรุงอย่างไร อาจเปิดเผให้ฟังคำถามซ้ำแล้วร่วมกันพิจารณาว่าตอนใดเหมาะสมหรือไม่

จากการทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนมีผลต่อกระบวนการสืบสวน-สอบสวน ดังนี้

ก. จำนวนคำถาม (fluency) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข. คำถามแบบ Categorical และคำถามประเภท Analytical ปรากฏว่าเมื่อแยกแต่ละประเภท และรวมทั้งสองประเภทของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ค. คำถามแบบ Abstract-Conceptual และ Concrete-Inferential ปรากฏว่า ทั้งแยกแต่ละแบบ และรวมทั้งสองแบบของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collins, 1969 : 614) ศึกษาแบบแผนของการสอนโดยวิธีใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Model of Teaching) กับนักศึกษาไฮสกูล ปี 1 จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ระเบียบของโรงเรียนนอก I.O. และเกรดวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์แบ่งให้แต่ละกลุ่มจัดอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 45 นาที เกี่ยวกับปัญหาทางตรรกวิทยา และเซต (Set theory) กลุ่มทดลองใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับให้ครูกระตุ้นให้ใช้ความคิดอย่างจริงจัง มีภาพยนตร์ช่วยตั้งปัญหาและขอความที่เกี่ยวกับการคิดให้ กลุ่มควบคุมศึกษาคนเดียวเอง เมื่อจบการทดลองทั้งสองกลุ่มถูกทดสอบด้วยปัญหาทางตรรกวิทยา ปรากฏว่ากลุ่มทดลองทำได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

✓ รัมซีย์ (Ramsey, 1969 : 25) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบ inductive ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง (directed self-discovery) กับแบบบรรยาย (lecture-demonstration) โดยใช้เนื้อหาอันเดียวกันสอนเด็กชั้น 5 และ 6 ปรากฏว่าเด็กเก่งชอบแบบ inductive เด็กระดับกลางและอ่อนชอบแบบบรรยาย

อัลเลนเดอร์ (Allender, 1969 : 399 - 409) ได้ศึกษาอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อทักษะของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน โดยใช้นักเรียนชั้น 5 จำนวน 54 คนเป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นชาย 25 คน หญิง 29 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กันคือ open environment, structured environment และกลุ่มควบคุม ดำเนินการทดลองโดยให้ทั้ง 3 กลุ่มไปหาประสบการณ์ที่ใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน จากอุปกรณ์ที่จัดให้คือ เครื่องขยายเสียง ขอสุนัขเทศ จดหมาย หนังสือพิมพ์ และรายงาน แล้วให้คะแนนจำนวนคำถามของแต่ละกลุ่ม ปรากฏว่ากลุ่มที่มาจาก open environment และ structured environment ถามไถ่มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ยัง (Young, 1970 : 53) ได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์การสอนและวิธีสอนสำหรับพัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Development Program) ซึ่งสอนให้นักเรียนรู้จักการเรียนรู้โดยอิสระ จัดเหตุการณ์ให้คาดหวังและเร้าโดยวิธีให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น นักเรียนต้องหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ขัดแย้งกัน

ที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวัง และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาค่าอธิบาย การทดลองนี้ใช้นักเรียนชั้น 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลองหนึ่งใช้อุปกรณ์และการสอนของโครงการพัฒนาความคิดแบบ สืบสวน-สอบสวน มีการทดสอบก่อนสอน (pretest) และการสอบภายหลังการสอน (post-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบระดับของการใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ปรากฏว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาได้ดีกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยังและโจนส์ (Young and Jones, 1970 : 41) ได้ทดสอบผลของการใช้อุปกรณ์การสอนในพัฒนาการของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับนักเรียนชั้น 7 ในวิชา วิทยาศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน ซึ่งมี I.Q. ปาน ๆ กัน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ในแต่ละสัปดาห์จะจัดวัสดุพิเศษ 2 ครั้ง ๆ ละ 40 นาที กลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ให้ทั้งสองกลุ่ม ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 6 เดือน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองถามคำถามได้มากกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ และครูที่สอนกลุ่มทดลองก็ตอบปัญหานักเรียนได้ดีกว่าครูของ กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บุญลือ ทองอยู่ (2514 : 45) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความกระตือรือร้น โดยใช้แบบทดสอบความคิดสืบสวน-สอบสวน กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 183 คน ปรากฏว่า

- 1) นักเรียนกลุ่มที่อายุต่ำกว่า 13 ปี มีความคิดสืบสวน-สอบสวนน้อยที่สุด กลุ่มอายุ 13 ปี มากที่สุด และนักเรียนกลุ่มที่มีอายุสูงและต่ำกว่า 13 ปี มีความคิดสืบสวน-สอบสวนอยู่ระหว่างสองกลุ่มดังกล่าว แต่ความแตกต่างของปริมาณความคิดดังกล่าว ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- 2) นักเรียนหญิงมีความคิดสืบสวน-สอบสวน มากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีปริมาณความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรรถย ศรีสุรศักดิ์โก (2514 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบ สืบสวน-สอบสวน กับความคิดแบบอื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 127 คน ปรากฏผลดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มที่มีอายุต่ำกว่า 13 ปี และกลุ่มที่มีอายุ 13 ปี มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่มที่มีอายุสูงกว่า 13 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 แต่นักเรียนกลุ่มที่มีอายุ 13 ปี และต่ำกว่า 13 ปี มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ปาน ๆ กัน 2) นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนสูงกว่านักเรียนชาย แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการวิจัยครั้งนี้จะได้ใช้ทฤษฎีต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นแนวทางทั้งผู้สอน ขบวนการสอน และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ขบวนการสืบสวน-สอบสวนเกิดขึ้นในตัวเด็กอย่างมีประสิทธิภาพ และจากผลการวิจัยช่วยให้เชื่อมั่นว่าเด็กที่เรียนด้วยวิธีการเช่นนี้แล้ว จะต้องมีความคิดแบบ สืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน จึงช่วยให้ตั้งสมมุติฐานได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

ก. ทฤษฎีและเอกสาร

บลัทท์และสไตน์ (Blatt and Stein, 1957 : 406) ได้ศึกษากับ นิสิตปริญญาเอก ทางด้านเคมีอุตสาหกรรม จำนวน 17 คน พบว่า กลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง มีความสนใจในงานที่ทำอยู่อย่างจดจ่อมากกว่าเพื่อนร่วมงาน และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสูง

โรเจอร์ (อาร์ สัททนี, 2503 : 208) ได้กล่าวถึงภาวะที่จะส่งเสริมให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ภาวะที่มีความปลอดภัยทางจิต คือ

- ก. ยอมรับค่าของแต่ละบุคคล เคารพความคิดเห็น
- ข. ไม่มีการตีราคาเปรียบเทียบความคิดเห็นและผลงาน ทุกคนทำงาน ด้วยความสบายใจ ไม่หวั่นวิตกกับการได้คะแนนมากหรือน้อย
- ค. มีความเข้าใจในผลงาน เช่น พยายามเข้าใจว่า สิ่งที่ถูก

หรือออกความเห็นสิ่งใดมา แม้จะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ก็สามารถเข้าใจได้ว่า ทำไมจึงคิด และพูด หรือทำเช่นนั้น

2. ภาวะที่เสรีในการแสดงออก เช่นพูดหรือทำในแนวใหม่ที่แปลกออกไป

เกตเซลส์และแจคสัน (Getzels and Jackson, 1962 : 455 - 456) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดหาคำตอบหลาย ๆ อย่าง เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า จึงมักจะเกิดขึ้นกับบุคคลที่อยู่ในสิ่งเร้าที่มีอิสระต่อการตอบสนอง และสิ่งนี้จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้มาก

เกตเซลส์ (Getzels, 1964 : 240 - 242) กล่าวว่า สิ่งที่จะช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นต้องหักแก้ปัญหาเหล่านี้คือ

1. กำหนดปัญหาและวิธีแก้ปัญหาลำดับขั้นให้ ซึ่งทุกคนเคยพบแล้ว
2. กำหนดปัญหา แต่ไม่ให้วิธีแก้ปัญหา ซึ่งทุกคนเคยพบแล้ว
3. ผู้แก้ปัญหาค้นพบปัญหาเอง ซึ่งเป็นปัญหาที่คนอื่นเคยพบแล้ว
4. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีใครเคยค้นพบ

วอชตัน (Washton, 1965 a) สนับสนุนว่า การแก้ปัญหาย่อยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ได้ เช่นการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เรื่องราวประกอบการแก้ปัญหา ดังตัวอย่าง "ในแคมป์มีลูกเสือหญิงคนหนึ่งนั่งอยู่ข้างกองไฟที่ไม่ไกลจากลำธารมากนัก ข้าง ๆ ตัวมีขงชอกโกแจต กระดาษ แต่ไม่มีภาชนะหุงต้ม ให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหาลูกเสือหญิงคนนั้นจะทำชอกโกแลตร้อนได้อย่างไร โดยที่บนโต๊ะมีอุปกรณ์เหล่านี้ให้คือ กระดาษแผ่นใหญ่พอที่จะพับเป็นภาชนะได้ ใบไม้ขนาดใหญ่ และเปลือกไม้ที่ขุดให้เป็นแอ่งลึกพอใส่น้ำได้ แล้วให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมุติฐานว่า ควรใช้อะไร เป็นภาชนะใส่น้ำต้มให้เดือด และดำเนินการทดสอบสมมุติฐานด้วยตนเองจนสามารถสรุปวิธีแก้ปัญหาคือ"

สำหรับครูที่จะสอนวิธีนี้ให้ดำเนินการ เป็นขั้น ๆ คือ

1. เขียนหรือเล่าเรื่อง หรือสาธิตให้นักเรียนทั้งชั้นดู และให้ช่วยกันพิจารณาปัญหา
2. แสดงให้นักเรียนเห็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนตั้งและทดสอบสมมุติฐานได้

3. ครูเองต้องรู้ว่าการสอนแต่ละครั้งมีสิ่งกัหรือหลักการอะไร
ระหว่างกาการแก้ปัญหา เพื่อเน้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมี
กิจกรรม 5 อย่างคือ

1. พิจารณาปัญหาให้ไ้
2. เสนอและเลือกสมมุติฐาน
3. ทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน
4. ประเมินข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
5. ลงสรุปหรือตัดสิน

นอกจากนี้ศาสตราจารย์บานครอฟท์ (Bancroft) แห่งมหาวิทยาลัย Cornell
(Washton, 1965 b) ยังกล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น
นักเรียนควรมีโอกาสกระทำในสิ่งต่อไปนี้

1. ตามหรืออภิปรายในระหว่างหรือภายหลังการอธิบาย
2. หากความรู้นอกเหนือไปจากบทเรียน โดยไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์

เสมอไป

3. เสนอความคิดเห็นได้ แม้ในเรื่องที่ทุกคนยอมรับมาแล้ว เพื่อเปิดโอกาส
สำหรับการค้นพบสิ่งใหม่

4. โต้แย้ง หรือไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยเหตุผล

5. เสนอความคิดเห็นขอเปลี่ยนแปลงงานที่ครูสั่งให้ทำ

6. ได้รับการยอมรับจากครูว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญทัดเทียม

กับความสามารถในการจำเนื้อหา

ซุคแมน (Suchman, 1965 : 32) กล่าวว่า การเผชิญหน้ากับความจริงต่าง ๆ
เช่น แผนที่ ชุดของข้อมูล หรือข้อความจากหนังสือ จะทำให้เกิดความรู้ความหมาย ทำให้สามารถ
ตอบสนองด้วยสติปัญญาและความคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น ยิ่งจัดสิ่งแวดล้อมให้สมบูรณ์มากขึ้น
เพียงใดความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลจะเพิ่มมากขึ้นตามนั้น ในขณะที่เดียวกันเด็กก็มีโอกาสที่จะ
ใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนได้มากขึ้น เพราะความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนขึ้นกับสิ่งแวดล้อม
เช่นกัน

ลินด์เกรน (Lindgrain, 1966 : 249) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่ว่าจะเป็นศิลปินหรือนักวิทยาศาสตร์ มักเป็นผู้มีอิสระในการตัดสินใจด้วยตนเองมากที่สุด ช่างสงสัย และไม่ชอบถูกบังคับ

ราซิก (Razik, 1966 : 131) พบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง จะคิดแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและใช้วิธีการที่ต่างไปจากผู้อื่น

ฮิลเดเรท (Hildreth, 1966 : 470) กล่าวว่า บรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์คือ ความเป็นอิสระไม่เคร่งเครียดจนเกินไป

วอชตัน (Washton, 1967 : 3) กล่าวถึงการสอนแบบต่าง ๆ ว่า การสอนวิทยาศาสตร์นั้นไม่ว่าจะสอนแบบแก้ปัญหา แบบทดลองซึ่งไม่ทราบผลการทดลองที่แน่นอน (open-ended laboratory experiment) แบบวิจัยหรือแบบอภิปรายก็ตาม ย่อมช่วยให้เด็กแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้ทั้งนั้น

คาร์เตอร์ (Carter, 1968 : 38) สนับสนุนว่า ครูที่ใช้บรรยากาศในการสอนโดยวิธีคิดอย่างสืบสวน-สอบสวน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และเกิดความอยากรู้อยากเห็น เป็นพลเมืองที่ดีของสังคมเสรี

ทอเรนซ์ (DeCecco, 1968 : 462) พูดถึงวิธีการที่จะให้รางวัลเด็กที่แสดงความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ว่า ครูควรให้รางวัลเมื่อเด็กถามคำถามแปลกไปจากเดิม และการถามเช่นนี้ได้แสดงว่าเด็กต้องมีความสามารถในการสืบสวน-สอบสวนด้วย

เดวิส (Davis, 1971 : 29) กล่าวว่า แนวทางที่ครูจะช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กพัฒนาขึ้นได้มีอยู่ 3 ประการคือ

1. การใช้กลวิธีสร้างสรรค์ (Use of Creative Tactics) การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักการยืดหยุ่นได้ (Flexibility) และเป็นคนใจกว้างยอมรับฟังสิ่งที่แปลกใหม่ (open mindedness) สอนวิธีการบางอย่างเพื่อให้รู้จักนำไปประกอบกันเป็นความคิดใหม่ ๆ ให้เกิดแรงจูงใจที่จะนำความสามารถในตัวออกมาใช้ให้มากที่สุด

ตัวอย่างการสอนให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น ครูให้นักเรียนนั่งในท่าสบายแล้วคิดตอบคำถามที่ว่า "ถ้าแมวเห่าได้ตามความต้องการจะเกิดอะไรขึ้น ?" (Myers and Torrance, 1965 a) หรือให้นักเรียนตอบคำโคลงที่ขึ้นต้นด้วย "ฉันอยากจะ..." หรือ "ฉันเคยเป็น... แต่เดี๋ยวนี้..." (Koch, 1970) หรือเรื่องจากหนังสือ "Saturday Subway Ride" (DiPego, 1970) ซึ่งมีเรื่องย่อ ๆ ดังนี้ "ฉันจะเล่าเรื่องของฉันที่เกิดขึ้นเมื่อวันเสาร์ที่แล้วให้เธอฟัง ฉันขึ้นรถไฟใต้ดินขบวนพิเศษวิ่งจาก Kansas ไป Pittsburgh Dublin Tokyo Santa Monica แล้วก็กลับ เธอคิดว่ามีอะไรเกิดขึ้น..." เป็นการให้ผู้ฟังใช้จินตนาการเพราะทางรถไฟใต้ดินเช่นนี้ไม่มีจริง ๆ เป็นการช่วยให้ความนึกคิดกว้างออกไป เพื่อให้ได้สิ่งแปลก ใหม่ และยิ่งใหญ่มากว่าเดิม หนังสือเล่มนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปลี่ยนทัศนคติ และช่วยให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของคนให้เต็มความสามารถ

2. การเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์โดยการปฏิบัติจริง (Learning Creativity by doing Creativity) ครูที่สอนต้องปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ด้วย ซึ่งจะทำได้ก็ต่อเมื่อทำความคุ้นเคยกับนักเรียน รู้จักยึดหยุ่นได้และใจกว้างพอที่จะรับฟังความคิด การแก้ปัญหาอย่างจินตนาการของนักเรียนได้

3. บรรยากาศที่สนับสนุนต่อความคิดสร้างสรรค์ (Creative Atmosphere) สภาพในห้องเรียนนั้นต้องเอื้ออำนวยให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างเสรีเพื่อให้เกิดความคิด ที่เป็นจินตนาการแปลก ๆ ความคิดประหลาดเป็นเรื่องน่าขบขันก็จริง แต่อาจเป็นความจริงได้ (Davis, 1971, Davis and Hontman, 1968, DiPego, 1970) ทั้งความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่างก็เป็นเรื่องขบขันเช่นกัน

✓ ทอเรนซ์ (Torrance, 1965 : 43) ให้หลักการสำหรับครูที่จะใช้เป็นสิ่งส่งเสริมพฤติกรรมสร้างสรรค์ ดังนี้

1. เอาใจใส่ต่อคำถามที่แปลก (unusual) เพื่อฝึกทักษะในการใช้คำถาม เพื่อค้นพบ ทดสอบ และลงสรุปได้

2. เอาใจใส่ต่อจินตนาการและความคิดที่แปลก จะช่วยให้นักเรียนภูมิใจว่าตนสามารถคิดได้

3. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าความคิดนั้นมีคุณค่า เพราะนักคิดที่ยิ่งใหญ่ทั้งหลายของโลกมีความเชื่อมั่นว่า ความคิดของตนเองมีคุณค่ากว่าการไปลอกเลียนผู้อื่น (Patrick, 1955)

4. ให้โอกาสนักเรียนฝึกหัดโดยไม่ต้องมีการประเมินผล (periods of nonevaluated practice)

5. ประเมินผลโดยการชี้แจงถึงสาเหตุ และผลที่เกิดขึ้น เช่น แทนที่จะบอกแต่เพียงว่า สิ่งนี้ดี สิ่งนั้นไม่ดี ควร เปลี่ยนเป็น ฉันชอบสิ่งนี้เพราะอะไร (I like this because....) หรือ สิ่งนี้ควรปรับปรุงโดยวิธีใด (This could be improved by....)

✓ ทอแรนซ์ (Torrance, 1971 : 35) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่มีวันสิ้นสุด ดังนั้นการที่จะสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ควรสอนให้รู้จักการไม่มีที่สิ้นสุด (Infinity) ด้วย ตัวอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเล็ก ๆ เข้าใจคำว่า "ไม่มีที่สิ้นสุด" เช่น ให้นักเรียนดูนกยูงใหญ่ซึ่งบินอยู่บนท้องฟ้าแล้วถามว่า มีจำนวนเท่าไร นักเรียนจะตอบได้แต่เพียงว่ามีมากมาย เป็นการช่วยให้เป็นคนที่ไม่มองสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างแคบ ๆ เพื่อจะได้มีโอกาสใช้ความคิดสร้างสรรค์ให้มากที่สุด วิธีการง่าย ๆ อย่างอื่นที่ช่วยให้เข้าใจการไม่มีที่สิ้นสุด คือ

1. ให้อ่านหนังสือประเภทไม่สมบูรณ์ (Open-Endedness and Incomplete)

2. การนำเรื่องราวตั้งแต่สองเรื่องขึ้นไปที่ไม่เกี่ยวข้องกันมาประกอบกันให้เป็นเรื่องเดียว (Combining Apparently Irrelevant Element)

3. นำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาปะติดปะต่อให้เป็นสิ่งใหม่ (Producing Element and Combining)

4. การใช้คำถามประเภทเร้าให้คิด (Provocative Question)

5. เร้าให้ระลึกถึงประสบการณ์ (Warm-up Experiences)

6. ชี้ให้เห็นว่าความรู้อยู่มีการเพิ่มพูนอยู่เสมอ (Identifying gaps in Knowledge)

7. การเล่นเกม (Playing with improbabilities) เช่น "ถ้าฝนตกทุกวันเสาร์อะไรจะเกิดขึ้น ?" หรือ "ถ้าการร้องเพลงเป็นการผิดกฎหมาย จะเกิดอะไรขึ้น ?"

นวลเพ็ญ โกศลเศรษฐ (Nuanpen, 1964 : 1) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญมากในโลกก้าวหน้าปัจจุบัน โดยเฉพาะในการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นจุดประสงค์ทางการศึกษาที่ต้องการให้เด็กอย่างยิ่ง การพยายามเช่นนี้กระทำกันได้หลายวิธี วิธีที่ตรงกับวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งคือ การใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

✓ สุรางค์ โค้วตระกูล (2509 : 146) กล่าวว่า นักจิตวิทยาพบว่า บุคลิกภาพที่ดีเด่นของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์คือ มีความคิดริเริ่ม ความมั่นใจในตนเอง ชอบเป็นอิสระ สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้คล่องแคล่ว และไม่ชอบทำตามผู้อื่นโดยไร้เหตุผล

ข. การวิจัย

อาร์ สัตถ์ฉวี (2510 : 209) รวบรวมผลการทดลองของพาร์เนส และมิดโค (Parnes and Meadow) ซึ่งได้เปรียบเทียบการหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กไว้ว่า เด็กกลุ่มที่ฝึกให้แก้ปัญหาโดยวิธีให้ทุกคนพูดออกมาเท่าที่จะคิดได้ตามที่จะมีความคิดแวบเข้ามาในสมอง (brainstorming) โดยไม่มีการวิจารณ์ว่าเป็นวิธีที่ดีหรือไม่ดี ตรงจุดหรือไม่ตรงจุด เมื่อให้ไปแก้ปัญหาในระยะเวลาที่เท่ากันกับเด็กกลุ่มที่ฝึกให้แก้ปัญหา โดยเสนอวิธีคิดแก้ปัญหาเฉพาะความคิดที่ดีและตรงจุดหรือมีความสัมพันธ์กับเรื่องเท่านั้น เด็กกลุ่มแรกจะมีความคิดแก้ปัญหาได้มากกว่า และไถ่ผลดีกว่า

คอมพตัน (Compton, 1968 : 164) ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 36 คน พบในทำนองเดียวกันคือ กิจกรรมประเภทให้คิดและพูดออกมาเท่าที่จะมีความคิดแวบเข้ามาในสมอง (brainstorming) นั้น จะช่วยเพิ่มความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ได้

ทอแรนซ์ (อาร์ สัตถ์ฉวี, 2510 : 210) ทดลองกับนิสิตปริญญาโท 100 คน โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม แล้วให้อ่านบทความ กลุ่มแรกอ่านแล้วหาข้อบกพร่องของบทความ กลุ่มหลังอ่านแล้วคิดเพิ่มเติม เมื่อฝึกทั้งสองกลุ่มตามนี้แล้ว ให้แต่ละกลุ่มคิดปัญหาใหม่ ๆ จากบทเรียนในวิชาจิตวิทยา ปรากฏว่ากลุ่มหลังมีความคิดเกี่ยวกับปัญหา และโครงการที่จะทำมาก และกว้างขวางกว่ากลุ่มแรก

เชาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ (2514 : 80) ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กประถมปีที่ 7 ระหว่างโรงเรียนที่สอนโดยใช้หลักสูตรสาธิตกับโรงเรียนที่สอนโดยใช้หลักสูตรปกติ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาของโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรสาธิตสูงกว่าโรงเรียนที่สอนหลักสูตรปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลจากการศึกษากับเด็กระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก็ได้ผลทำนองเดียวกัน

อรทัย เศรษฐศักดิ์โก (2514 : 57) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความคิดแบบอื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 จำนวน 127 คน พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง .244 - .471

ประสิทธิ์ บัวคลี่ (2514 : 90) ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 416 คน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจมีความสัมพันธ์กับแบบเส้นโค้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิราพร เทพวิระพงศ์ (2514:170) ด้วย

เคอโรธ (Ramsey, 1969 : 32) ทดลองฝึกความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนชั้น 6 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองให้ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ 26 ครั้ง กับให้ทุกคนพูดออกมาเท่าที่จะคิดได้ตามที่มีความคิดแวบเข้ามาในสมอง (brainstorming) อีก 4 ครั้ง ส่วนกลุ่มควบคุมให้ทำแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียว 30 ครั้ง ปรากฏว่านักเรียนที่มีสติปัญญาดีกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ (ในแง่ความกลองในภาษา ความยืดหยุ่น ความรอบคอบ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เลนท์ (Smith, 1971 : 97) ทดลองกับนักเรียนชั้น 4 จาก 2 โรงเรียนที่มีการสอนแบบเดิม และนักเรียนมาจากครอบครัวที่มีฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจอย่างเดียวกัน สติปัญญาปาน ๆ กัน ใช้เวลาสอนอยู่ 2 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีส่วนแตกต่างคือ ฝึกให้คิดหลายทิศหลายทางอย่างน้อย 30 นาทีต่อ 1 ชั่วโมงที่สอน ผลปรากฏว่าเมื่อวัดด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แล้ว กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

จากทฤษฎีและผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าครูเป็นบุคคลหนึ่งที่สามารถช่วยให้เด็ก
✓ ใ้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนอย่างเต็มความสามารถ และสิ่งที่ช่วยส่งเสริมความคิด-
สร้างสรรค์ก็คือ ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนก็คือ ไม่ว่าจะเป็นสภาพสิ่งแวดล้อม หรือวิธีการ
ต่าง ๆ เป็นไปในทำนองเดียวกัน ดังนั้นวิธีที่ใช้ในการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนนอกจาก
จะพัฒนาความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนเองแล้ว ยังต้องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ใ้ด้วย

ความเกรงใจ (Krengchai)

ก. ทฤษฎีและเอกสาร

แมสเซียลัส (Massialas, 1969 : 41) กล่าวว่า ตัวแปรต่าง ๆ
ที่มีผลต่อความสามารถด้านความคิดสืบสวน-สอบสวนมีหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ บุคลิกภาพ
และพื้นฐานทางวัฒนธรรม

วีรบุทธ วิเชียรโชติ (2512 : 2 - 3) กล่าวว่า สังคมไทยเป็นแบบสังคมไมตรี
สัมพันธ์ และบุคคลในสังคมไมตรีสัมพันธ์นั้นมักจะรื้อร ่ซากความกล้าและซากความริเริ่ม
ในการที่จะดำเนินการให้ก้าวหน้า เป็นลักษณะที่เรียกกันว่า "ความเกรงใจ"

บลันชาร์ด (Blanchard, 1958 : 482) พูดถึงลักษณะเกรงใจในคนไทยว่า
มีส่วนที่ทำให้คนไทยยุ่งยากใจที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ เพราะเกรงจะนำความผิดหวังมาสู่ตนเอง
และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข. การวิจัย

พยนต์ พันธุ์ศรี (2514 : 5) ได้ศึกษาเรื่องความเกรงใจในระหว่างศิษย์
กับอาจารย์ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตคณะครุศาสตร์ ระดับปริญญาตรีและโท จำนวน 60 คน
พบว่า นิสิตทั้งชายและหญิงมีความเกรงใจอาจารย์ที่เห็นทางไม่เป็นกันเองมากกว่าอาจารย์
ที่สนิทสนมเป็นกันเอง

บุญลือ ทองอยู่ (2514 : 58) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิด
แบบสืบสวน-สอบสวน กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 183 คน พบว่า

1. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ไม่มีความสัมพันธ์กับความเกรงใจ และเมื่อหาความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งก็ไม่มีความสำคัญทางสถิติ

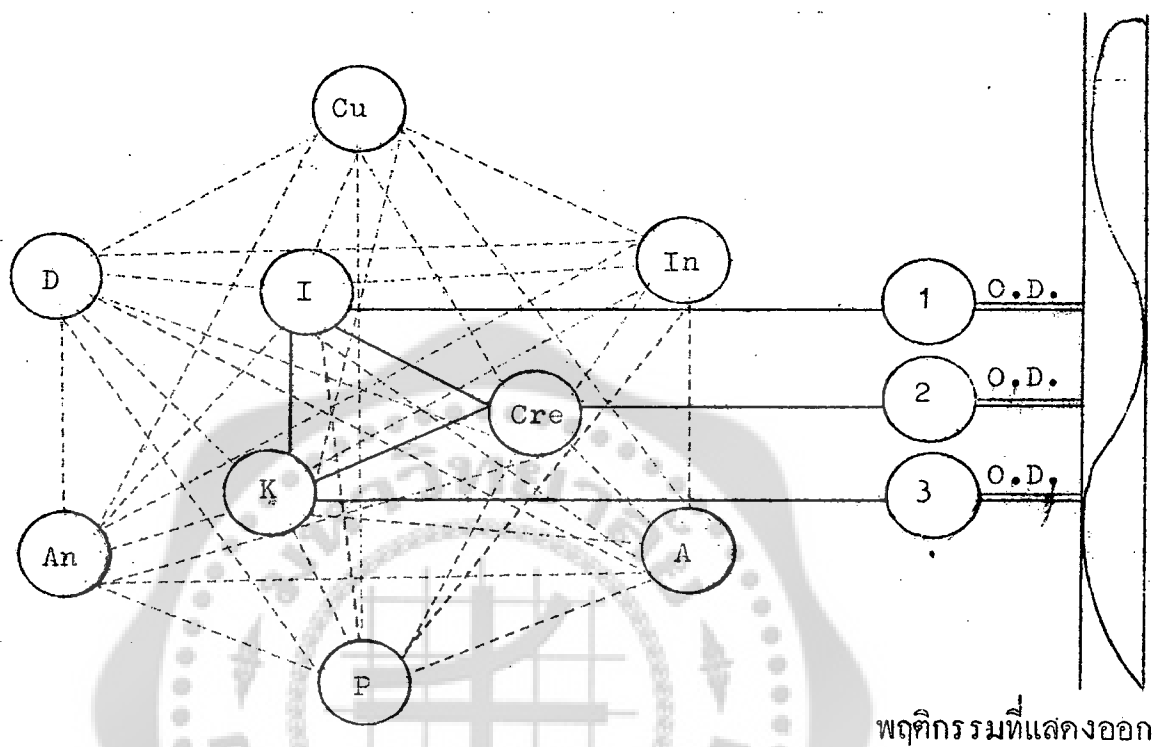
2. นักเรียนที่มีความเกรงใจต่างกัน มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราชญ์ฉบับ ก้นเหนคร (2514 : 18) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมตอบสนองระหว่างบุคคล ความเกรงใจ และการปรับตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 200 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความเกรงใจน้อยจะมีการปรับตัวมากที่สุด กลุ่มที่มีความเกรงใจปานกลางและเกรงใจมากนั้น มีการปรับตัวปาน ๆ กัน

จะเห็นว่าสิ่งที่ทำให้ครูกับนักเรียนห่างไกลกันเกินไปประการหนึ่งคือ ความเกรงใจ นักเรียนจึงไม่กล้าแสดงความคิดเห็นตามความสามารถของตน การเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนสนับสนุนให้เด็กคิด ดังนั้นถ้าพยายามให้การเรียนการสอนเป็นไปตามขบวนการดังกล่าว ช่วยให้เกิดกล้าซักถามแสดงว่าเด็กเป็นกันเองกับครูมากขึ้นหรือเกรงใจครูน้อยลงนั่นเอง

จากทฤษฎีและผลการวิจัยเกี่ยวกับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจดังกล่าว ทำให้คาดหวังว่า ถ้าการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน-สอบสวนเป็นไปตามขบวนการที่เตรียมไว้โดยตลอด นักเรียนน่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น แต่จะช่วยให้ความเกรงใจลดลงไบบ้าง

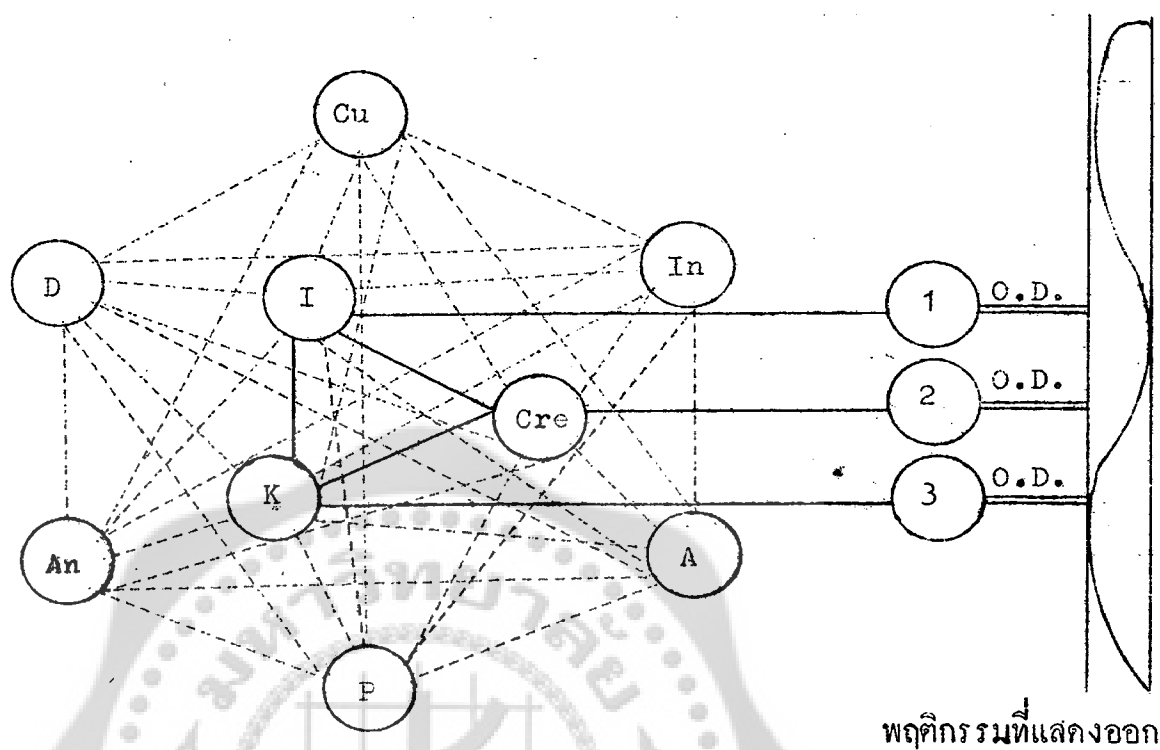
จากเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสร้างเป็นนัยทฤษฎีของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ได้ดังนี้



พฤติกรรมที่แสดงออก

ภาพที่ 4. ปัจจัยของความคึกแบบสืบสวน-สอบสวน

I = Inquiry	P = Problem Solving
Cr = Creativity	An = Anxiety
K = Krenghchai	D = Discovery
Cu = Curiosity	O.D. = Operational Definition
In = Independent of judgment	1 = Inquiry test
A = Achievement	2 = Creativity test
	3 = Krenghchai test



พฤติกรรมที่แสดงออก

ภาพที่ 4. มั่งทฤษฎีของความคึกแบบสืบสวน-สอบสวน

I = Inquiry	P = Problem Solving
Cr = Creativity	An = Anxiety
K = Krenghchai	D = Discovery
Cu = Curiosity	O.D. = Operational Definition
In = Independent of judgment	1 = Inquiry test
A = Achievement	2 = Creativity test
	3 = Krenghchai test

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

จากผลงานที่ได้ศึกษามานี้ จึงเป็นแนวทางในการตั้งสมมุติฐานเพื่อการศึกษาครั้งนี้ คือ

1. ผลการสอนที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

- ก. กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด
- ข. กลุ่มทดลองที่เป็นชายและหญิง ไม่น่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

แตกต่างกัน

- ค. กลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เพิ่มขึ้น เพียงเล็กน้อย
- ง. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองน่าจะมากกว่า

กลุ่มควบคุม

- จ. กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมากกว่ากลุ่มควบคุม

2. ผลการสอนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์

- ก. กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด
- ข. กลุ่มควบคุมน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย
- ค. ความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองน่าจะมากกว่ากลุ่มควบคุม
- ง. กลุ่มทดลองน่าจะมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มควบคุม
- จ. ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3

ไม่น่าจะแตกต่างกัน

3. ผลของการสอนที่มีต่อความเกรงใจ

- ก. ความเกรงใจของกลุ่มทดลองน่าจะลดลงเห็นได้ชัด
- ข. ความเกรงใจของกลุ่มควบคุมน่าจะลดลงเพียงเล็กน้อย
- ค. ความเกรงใจของกลุ่มทดลองน่าจะลดลงไ้มากกว่ากลุ่มควบคุม
- ง. กลุ่มทดลองน่าจะมีความเกรงใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

4. ความสัมพันธ์ของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ

ก. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนน่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ ความคิดสร้างสรรค์

ข. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนและความเกรงใจน่าจะมีสัมพันธ์ต่อกัน ในทางลบ

ค. ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจน่าจะมีสัมพันธ์ต่อกันในทางลบ

5. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ก. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนน่าจะมี ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงพอประมาณ

สมมุติฐานทุกข้อมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2514 ของโรงเรียนสาธิตนำทิพย์ จำนวน 67 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 จำนวน 35 คน ชาย 22 คน หญิง 13 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน เป็นชาย 19 คน หญิง 13 คน

สำหรับการวิจัยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเพิ่มอีก 2 กลุ่ม จากโรงเรียนเดียวกัน เป็นกลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 โดยที่กลุ่มทดลองทั้ง 3 มีครูสอนห้องละคน

ตาราง 2. กลุ่มตัวอย่างแยกตามชั้น แบบการสอนและเพศ

ประเภทของกลุ่ม	ห้องเรียน	วิธีสอน	จำนวนนักเรียน		
			ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มควบคุม	7.7	แบบเดิม	19	13	32
กลุ่มทดลอง 1	7.3	Active Inquiry	22	13	35
กลุ่มทดลอง 2	7.5	Active Inquiry	24	13	37
กลุ่มทดลอง 3	7.10	Passive Inquiry	18	16	34

เหตุที่เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 เป็นกลุ่มตัวอย่างเพราะมีอายุระหว่าง 11 ถึง 14 ปี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ เพียเจต์ (Piaget, 1951 : 243) ที่กล่าวว่า เด็กในระยะ 11 ถึง 15 ปีมีความคิดที่สมบูรณ์เกือบเท่าผู้ใหญ่ สามารถคิดถึงเรื่องราวต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม คิดโดยอาศัยตรรกวิทยา ตั้งสมมุติฐาน และทดสอบสมมุติฐานได้ ดังนั้นนักเรียนระดับนี้จึงเป็นวัยที่เหมาะสมสำหรับฝึกให้เกิดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้มีดังนี้

1. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry) เป็นแบบทดสอบที่วัดว่านักเรียนมีการตั้งคำถามเป็นอย่างไร ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของบุญลือ ทองอยู่ และอรรถัย เศรษฐสถโก (2514) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับคือ

ก. ฉบับรูปภาพ เป็นภาพขาวดำขนาด 6 x 8 นิ้ว จำนวน 10 ภาพ

ข. ฉบับข้อความ เป็นข้อความ หรือสถานการณ์สั้น ๆ 10 ข้อความ

วิธีตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียนดูภาพ และอ่านข้อความ แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพหรือข้อความเหล่านั้นให้มากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ คะแนนตามลักษณะคำถาม และคะแนนจำนวนคำถาม

- คะแนนตามลักษณะคำถาม เช่น
- คำถามแบบการสังเกตให้ 1 คะแนน
 - คำถามแบบการอธิบายให้ 2 คะแนน
 - คำถามแบบการทำนายให้ 3 คะแนน
 - คำถามแบบการนำไปใช้ให้ 4 คะแนน

คำถามใดจะเป็นลักษณะไหนให้พิจารณาดังนี้

คำถามแบบการสังเกต เป็นคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับคุณสมบัติ โครงสร้าง พฤติกรรมหรือความสัมพันธ์ คำถามประเภทนี้มักมีคำว่า เท่าไร อะไร อย่างไร เป็นต้น

คำถามแบบการอธิบาย เป็นคำถามเกี่ยวกับการอธิบายสิ่งที่พบจากข้อมูล และมองลึกกว่าการสังเกต คือเป็นการอธิบายคำตอบซึ่งไม่สามารถตอบได้จากการสังเกตเพียงอย่างเดียว การตั้งสมมุติฐานและการทดสอบสมมุติฐานที่อาจได้มาจากพื้นฐานความรู้ซึ่งสะสมไว้นานปี หรือจากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม การหาความแตกต่างของสิ่งของหรือสถานการณ์บางอย่างที่เผชิญหน้าอยู่ขณะนั้น และการหาคำตอบยังสรุปแน่นอนไม่ได้ คำถามประเภทนี้มักมีคำว่า ทำไม อะไร เป็นสาเหตุ

คำถามแบบการทำนาย เป็นการหาแนวโน้มบางชนิดโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เป็นพื้นฐาน และอาศัยการสังเกต การอธิบาย ถ้าคำถามสองแบบแรกถูกต้องแล้ว คำถามแบบการทำนายจะถูกต้องด้วย คำถามประเภทนี้มักถามจาก ตารางกราฟ สมการทางคณิตศาสตร์ หรือคาคคะเน มีทั้งการทำนายภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolation) และทำนาย ขยายความจากข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolation) คำถามประเภทนี้จะมีคำว่า เมื่อไร คาดว่าจะ หวังว่าจะ เป็นต้น

คำถามแบบการนำไปใช้และสร้างสรรค์ ถามเกี่ยวกับการทำให้เกิดผลผลิต หรือขบวนการใหม่ โดยนำเอาผลจากข้อมูลที่ผ่านมาเป็นวัตถุดิบ ลักษณะของคำถามคือเป็นการ นำเอาผลจากข้อมูลเดิมมาใช้ในสถานการณ์ใหม่มาสร้างให้เกิดผลผลิตใหม่ การค้นพบประโยชน์ ของผลผลิตใหม่นั้น แนวของความคิดสร้างสรรค์ การค้นพบวิธีของการสังเกตแนวโน้ม การทดสอบ สมมุติฐานแนวโน้ม การสร้างอุปกรณ์ใหม่จากข้อมูลที่กำหนดให้ เป็นต้น

คะแนนของแต่ละลักษณะคำถาม รวมกันเป็นคะแนนทั้งหมดของภาพหรือข้อความนั้น ส่วนคะแนนจำนวนคำถาม หมายถึงจำนวนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนถามมา ทุกลักษณะคำถามให้ 1 คะแนนเท่ากัน ดังนั้นจำนวนข้อคำถามทั้งหมดรวมกันคือคะแนนจำนวน ของข้อนั้น

คาสติติ บุญลือ ทองอยู่ (2514 : 23 - 26) ได้คำนวณคาสติติของแบบทดสอบ ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนไว้ดังนี้

ก. ค่าอำนาจจำแนก ฉบับข้อความได้ค่าอำนาจจำแนก (ค่า t) ระหว่าง 5.580 - 10.127 ฉบับรูปภาพมีค่าระหว่าง 3.607 - 8.835

ข. ค่าความเชื่อมั่น ฉบับข้อความ-คะแนนจำนวนคำถามมีค่า .957 ฉบับข้อความ-คะแนนลักษณะคำถามมีค่า .946 และฉบับรูปภาพ-คะแนนจำนวนคำถามมีค่า .939 ฉบับรูปภาพ-คะแนนลักษณะคำถามมีค่า .944

ค. ค่าความเที่ยงตรง จากการหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยวิธีต่าง ๆ คือ

- หาค่าความสัมพันธ์กับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ได้ความสัมพันธ์ทางบวก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อรรถัย เศรษฐสถโก, 2514 : 62) ความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (บุญลือ ทองอยู่, 2514 : 25)

– หากความคงที่ภายในของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .94 ถึง .96

– โดยวิธีจัดกลุ่ม เก่ง ปานกลาง และอ่อน พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนกลุ่มปานกลางก็มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มากกว่านักเรียนกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (อรรถัย เศรษฐสถโก, 2514 : 62)

– โดยการวิเคราะห์รายข้อ ได้ค่าอำนาจจำแนก (ค่า r) ระหว่าง 3.61 ถึง 10.13 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากการหาค่าทั้ง 4 วิธีดังกล่าวแสดงว่า แบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูงพอควร

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของไสว เลี่ยมแก้ว (2514) 2 ฉบับคือ แบบทดสอบความเหมือนซึ่งมี จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบความหมายของเส้น จำนวน 8 ข้อ

การให้คะแนน มี 2 อย่างคือ คะแนนจำนวน กับคะแนนเอกลักษณ์ซึ่งต่างกันดังนี้

ก. คะแนนจำนวน หมายถึงจำนวนคำตอบของแต่ละข้อรวมกัน ในแต่ละข้อจะมีหลายคำตอบ ให้คำตอบละ 1 คะแนนทั้งสิ้น โดยไม่ต้องพิจารณาว่าจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่ คำตอบใดในแต่ละข้อที่มีความหมายในกลุ่มเดียวกันให้ถือเป็น 1 คะแนน เช่น "อะไรบ้างที่มีรสเปรี้ยว บอกมาให้มากที่สุด" ถ้าคำตอบเป็น ส้ม มะนาว มะดัน ทั้ง 3 คำตอบนี้ให้เพียง 1 คะแนน เพราะคิดทางเดียวที่เกี่ยวกับผลไม้ทั้งสิ้น แต่ถ้าคำตอบเป็น มะนาว น้ำส้มสายชู อาหารบุค จะให้คำตอบละ 1 คะแนน นักเรียนทุกคนได้รับการตรวจด้วยเกณฑ์เดียวกันนี้โดยตลอด

ข. คะแนนเอกลักษณ์ หมายถึงจำนวนคำตอบในแต่ละข้อที่ไม่ซ้ำกับของคนอื่นในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ให้คำตอบที่ไม่ซ้ำคำตอบละ 1 คะแนน คะแนนของแต่ละข้อที่ได้รวมกันเป็นคะแนนเอกลักษณ์ที่ได้

ค่าสถิติ จากการวิเคราะห์ของไสว เลี่ยมแก้ว (2514) และ อรทัย เศรษฐสุกโก (2514, 32 – 33) ได้ค่าสถิติดังนี้

ตาราง 3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบ	ค่าที่ไสวพบ	ค่าที่อรทัยพบ
ความหมายของเส้น – คะแนนจำนวน	.894	.910
ความหมายของเส้น – คะแนนเอกลักษณ์	.732	.769
ความเหมือน – คะแนนจำนวน	.900	.881
ความเหมือน – คะแนนเอกลักษณ์	.774	.693

ตาราง 4. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ไสวพบ และที่อรทัยพบ (ในวงเล็บเป็นค่าที่อรทัยพบ)

แบบทดสอบ	ความหมายของเส้น คะแนนจำนวน	ความหมายของเส้น คะแนนเอกลักษณ์	ความเหมือน คะแนนจำนวน	ความเหมือน คะแนนเอกลักษณ์
ความหมายเส้น-คะแนนจำนวน	—	.656 (.694)	.460 (.328)	.354 (.331)
ความหมายเส้น-คะแนนเอกลักษณ์		—	.332 (.243)	.226 (.369)
ความเหมือน – คะแนนจำนวน			—	.571 (.584)
ความเหมือน – คะแนนเอกลักษณ์				—

r ตั้งแต่ .098 ขึ้นไปมีนัยสำคัญที่ .05

3. แบบทดสอบความเกรงใจ ใช้แบบทดสอบความเกรงใจที่ บุญลือ ทองอยู่ (2514) สร้างไว้ โดยคัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ ประสิทธิ์ บัวคลี (2514) ให้เหลือเพียง 68 ข้อ ในแต่ละบทบาทมีจำนวนข้อดังนี้

ก. ในฐานะศิษย์กับครู-อาจารย์	12	ข้อ
ข. ในฐานะบุตรกับบิดามารดา	10	ข้อ
ค. ในฐานะเพื่อนกับเพื่อนที่สนิทสนม	12	ข้อ
ง. ในฐานะตัวทํานกับผู้มีบุญคุณที่สนิท	10	ข้อ
จ. ในฐานะตัวทํานกับเพื่อนบ้านที่สนิท	11	ข้อ
ฉ. ในฐานะเป็นรุ่นพี่กับรุ่นน้อง	13	ข้อ

การตรวจให้คะแนน ให้ถือตามเกณฑ์ดังนี้คือ ทุกข้อความการตอบรับแสดงถึงความไม่เกรงใจทั้งสิ้น ดังนั้นถ้าผู้ใดวงรอบเลข 3 ให้ 1 คะแนน วงรอบเลข 2, 1, 0, -1, -2, -3 ให้คะแนน 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 ตามลำดับ เมื่อรวมคะแนนทั้งหมดแล้ว คนที่ได้คะแนนมาก แสดงว่ามีความเกรงใจมาก ถ้าได้คะแนนน้อย แสดงว่ามีความเกรงใจน้อย

การสถิติ จากการวิเคราะห์ของบุญลือ ทองอยู่ (2514 : 27 - 29) ได้ค่าสถิติดังนี้

- ก. ค่าอำนาจจำแนก ในจำนวน 68 ข้อที่เลือกไว้นั้น มีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 1.929 - 12.343
- ข. ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งหาโดยวิธีแบ่งครึ่ง ได้ค่า .915 (คำนวณก่อนการนำมาใช้จริง) และเมื่อทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาได้ค่า .880
- ค. ค่าความเที่ยงตรง หาโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้ค่าดังแสดงในตาราง 5.

ตาราง 5. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง 6 บทบาท

บทบาท	ก	ข	ค	ง	จ	ฉ
ก	—	.609	.511	.446	.434	.543
ข		—	.501	.508	.507	.435
ค			—	.565	.542	.722
ง				—	.549	.448
จ					—	.627
ฉ						—

ตาราง 6. คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความเกรงใจ 6 บทบาท
หลังจากหมุนแกนแล้ว

บทบาท	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	h^2
ก	.594	.525	.047	.629
ข	.453	.597	.250	.623
ค	.770	.161	.265	.687
ง	.501	.344	.407	.534
จ	.643	.165	.409	.608
ฉ	.878	-.008	.186	.804

จากคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบที่ได้ แสดงว่าแบบทดสอบมีความแม่นยำในการวัด

สูงพอควร

วิธีดำเนินการทดลอง

ก. ขั้นเตรียมการ คณะผู้วิจัยซึ่งประกอบด้วยนิสิตปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษา จิตวิทยา ชีววิทยา ฟิสิกส์ โสภทัศน์วัสดุ และแนะแนว โดยมี ดร.วีรยุทธ วิเชียรโชติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้เริ่มประชุมเพื่อดำเนินงานตั้งแต่ภาคกลาง ปีการศึกษา 2513 เป็นต้นมา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เตรียมตัวผู้วิจัย ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้วิจัยมีความรู้ ความเข้าใจ พอที่จะปฏิบัติได้
2. เลือกกลุ่มตัวอย่างและวิชาที่จะสอน ได้ตกลงเลือกนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ซึ่งมีความคิดสมบูรณ์เกือบเท่าผู้ใหญ่ สามารถคิดถึงเรื่องราวต่าง ๆ โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม สอดคล้องกับทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget, 1951 : 243) จึงเป็นระยะที่เหมาะสมในการฝึกให้เกิดความคิดสืบสวน-สอบสวน เพราะเด็กสามารถหาเหตุผล สามารถตั้งและทดสอบสมมุติฐานได้ ทั้งทฤษฎีได้ ส่วนวิชาที่จะสอนคือวิทยาศาสตร์ ตามเนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ โดยใช้เนื้อหา 3 หัวข้อคือ สิ่งมีชีวิต สสารและพลังงาน และแรงธรรมชาติ
3. วิเคราะห์หลักสูตร ในการวิเคราะห์นั้นแยกเป็น 2 ตอนคือ ความมุ่งหมาย และ เนื้อหา

ก) ความมุ่งหมาย ได้นำเอาความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายมาพิจารณาปรับปรุงและเพิ่มเติมความมุ่งหมายที่คิดว่าจำเป็น แล้วจึงแยกทั้งหมดออกเป็นความมุ่งหมายของการศึกษา 5 ประเภท และแปลความมุ่งหมายแต่ละข้อออกมาเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง โดยคิดว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนวิชานี้แล้วควรมีพฤติกรรมดังกล่าว (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการศึกษา 5 ประเภท และการแปลความมุ่งหมายเป็นพฤติกรรมในภาคผนวก)

ข) เนื้อหา พิจารณาเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องสิ่งมีชีวิต สสารและพลังงาน และแรงธรรมชาติ โดยจัดหมวดหมู่เรียงลำดับก่อนหลังตามความเหมาะสม เพื่อจะได้จัดเตรียมอุปกรณ์และโครงหุ่นการสอนให้สอดคล้องกัน

4. จัดทำโครงงานการสอน (Teaching Model) เพื่อใช้เป็นคู่มือครูในการสอน รายละเอียดของโครงงานการสอนนี้เกี่ยวกับ ประเภทของโครงงาน อันับการสอน การทดลอง จุดมุ่งหมาย สังกกับแนวทาง เนื้อหาที่คาดหวัง พฤติกรรมที่คาดหวัง (เป็นพฤติกรรมของนักเรียนที่คาดว่าจะเกิดขึ้น) อุปกรณ์ พฤติกรรมการสอน พฤติกรรมการเรียนรู้ (รวมทั้งความคิดแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนมีพฤติกรรมนั้น) การประเมินผล และข้อสังเกต

โครงงานการสอนจัดทำเป็น 3 ประเภทคือ

ก. โครงงานประเภทรูปธรรม (Model C) เป็นโครงงานที่ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับทดลองจริงได้

ข. โครงงานประเภทนามธรรม (Model A) ไม่มีอุปกรณ์หรือการทดลองจริง แต่เป็นเรื่องเล่า ข้อความ หรือสถานการณ์ที่ครูนำมาเสนอแก่นักเรียน

ค. โครงงานประเภทกึ่งรูปธรรมและนามธรรม (Model B) ใช้ภาพประกอบ แผนภูมิ หรือภาพยนตร์เป็นอุปกรณ์

(ดูตัวอย่างโครงงานการสอนในภาคผนวก)

5. เตรียมอุปกรณ์ จัดหาหรือทำอุปกรณ์ซึ่งกำหนดไว้ในโครงงานการสอนให้พร้อมก่อนทดลองสอนจริง ในการสร้างอุปกรณ์พยายามใช้วัสดุที่มีอยู่แล้ว หาง่าย ราคาถูก แต่เพื่อจุดประสงค์ที่สำคัญคือ เมื่อนำไปให้นักเรียนดูแล้วนักเรียนเกิดปัญหาข้อใจมากที่สุด

6. การฝึกหัดสอนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย (Micro Teaching) ฝึกทดลองสอนโดยใช้โครงงานการสอนที่เตรียมไว้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 6 คน ความรู้เดิมระหว่างประณปีที่ 5 และ 6 เป็นเวลาประมาณ 1 เดือน เพื่อแก้ไขปรับปรุงโครงงานการสอนเหล่านั้นให้ใกล้เคียงและสอดคล้องกับความเป็นจริง และให้ทดลองสอนกับนักเรียนทั้งชั้นจริง ๆ 1 ครั้ง โดยได้รับความร่วมมืออย่างดีจากคณะครูและนักเรียนโรงเรียนวัดบางกอบัว อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ เป็นนักเรียนชั้นประณปีที่ 7 เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษาจริง

ข. ขั้นตอนการสอน เป็นการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนตามโครงงานการสอนที่ได้ปรับปรุงไว้แล้วในขั้นเตรียมการ โดยลำดับคือ

1. การจัดกลุ่มตัวอย่าง ทางโรงเรียนสายน้ำทิพย์ได้จัดแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นห้อง ๆ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ของการสอบไล่ปลายปีตอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเกณฑ์ ให้นักที่ได้เปอร์เซ็นต์สูงอยู่ห้องที่ 1, 2, 3, จนถึงห้องที่ 11 ตามลำดับ แล้วเรียงกลับกันคือให้นักที่ได้เปอร์เซ็นต์อันต่ำถัดไปอยู่ห้องที่ 11, 10, 9, จนถึงห้องที่ 1 ตามลำดับ จัดในลักษณะเช่นนี้จนถึงคนสุดท้ายเพื่อช่วยให้ความสามารถของนักเรียนแต่ละห้องไม่แตกต่างกันมากนัก จากจำนวนนักเรียนทั้ง 11 ห้องนี้คณะผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุมและทดลอง ให้กลุ่มทดลองแต่ละห้องมีกลุ่มควบคุมของตนเอง เพื่อความสะดวกในการทดสอบ ซึ่งมีการทดสอบประมาณ 12 ครั้ง ทั้งสอบก่อนและหลังการสอน

2. เนื้อหา ได้ตกลงกับทางโรงเรียนเพื่อให้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาเหมือนกันทั้งสองภาคเรียน คือเรื่องสิ่งมีชีวิต สสารและพลังงาน และแรงธรรมชาติ ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

3. ระยะเวลา ใช้เวลาทั้งสิ้นสองภาคเรียนคือ ภาคต้น และภาคกลาง ปีการศึกษา 2514 สอนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมงตามตารางสอนเท่ากับกลุ่มควบคุม และช่วงเวลาเรียนของทั้งสองกลุ่มสอดคล้องกัน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

- การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน
- แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
- แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
- แบบทดสอบความเกรงใจ

การใช้เครื่องมือดังกล่าวนี้เป็นไปตามลำดับคือ

ก) ทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจก่อนการสอน (Pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข) อธิบายศัพท์ที่จำเป็นสำหรับใช้ในการเรียนแบบสืบสวน-สอบสวน ศัพท์เหล่านั้นคือ สังเกตแนวทาง ข้อมูล อภิปราย สังเกต อธิบาย ตัวแปรหรือองค์ประกอบ การทดสอบ สมมุติฐาน ทฤษฎี การทดลอง ที่ความหมาย วิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุปรวบยอด การประเมินผล และคำถามแบบสังเกต อธิบาย ทำนาย ใช้ประโยชน์และสร้างสรรค์

ก) ผูกคำถามทั้ง 4 แบบที่ได้อธิบายไว้แล้วในข้อ ข) โดยการใช้การทดลอง รูปภาพ และสถานการณ์เป็นสิ่งเร้า เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีเรียนแบบสืบสวน-สอบสวน

- ง) ดำเนินการสอนตามโครงหน้การสอน โดยครูปฏิบัติดังนี้
- อธิบายสังกักับแนวหน้าที่ต้องใช้ในการเรียนครั้งนี้
 - ใช้อุปกรณ์ (การทดลอง ภาพประกอบ หรือสถานการณ์)

ตามที่กำหนดไว้ในโครงหน้การสอน

- ให้นักเรียนสืบสวน-สอบสวน โดยถามคำถามทั้ง 4 ลักษณะ ดังกล่าว เพื่อให้ไขขอมูลมาสรุปเป็นทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ต่อไป รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ด้วย ครูจะตอบคำถามของนักเรียนว่า "ใช่ - ไม่ใช่" หรือ "มีสิ่งอื่นมากกว่านี้" เป็นส่วนใหญ่ และเร้าหรือกระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อเนื่องกันเป็นขบวนการ เช่นใช้คำพูดว่า "มีสิ่งใดน่าสงสัยอีกบ้าง" "ใครมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอีกบ้าง" "ช่วยกันบอกมาให้มากกว่านี้" หรือ "นักเรียนจะถามคำถามขึ้นท้านายไค้อย่างไรบ้าง" เป็นต้น นอกจากนั้นบางครั้งเมื่อนักเรียนถามไค้ไม่ได้ ครูจะถามเป็นคัวอย่างบ้าง ในระยะเริ่มตนเรียนการกระตุ้นและช่วยถามของครูจะมีมาก และค่อย ๆ ลดการช่วยถามจนกระทั่งไม่ช่วยเลย เมื่อนักเรียนมีความชำนาญมากขึ้น ส่วนการเร้าหรือกระตุ้นให้ถามยังใช้ต่อไป มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับนักเรียน

การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนเน้นในคานขบวนการ (process) ของการค้นคว้าหาความรู้เพราะเชื่อว่า เมื่อเกิดขบวนการค้นหาความรู้ในตัวนักเรียนแล้ว ย่อมจะหาความรู้ทาง ๆ ด้วยตนเองต่อไปไค้ ส่วนเนื้อหานั้นจะไค้มาน้อยเพียงไค้ขึ้นอยู่กับคำถามของนักเรียน ถ้ามีความสังเกตไค้ ถามไค้กว้างขวาง ย่อมไค้เนื้อหามากกว่า และแก้ไขการสอนเนื้อหาไม่ทัน โดยครูกำหนดงานให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียนเพิ่มเติม

ก่อนสอนทุกครั้ง ครูจะผึกให้นักเรียนตั้งคำถามทั้ง 4 แบบ เพื่อมิให้ล้มขบวนการสืบสวน-สอบสวน โดยใช้ภาพ หรือสถานการณ์สั้น ๆ เป็นสิ่งเร้า

(ดูตัวอย่างการสอนจริงในภาคผนวก)

จ) ทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และความ
ความเกรงใจ ภายหลังการสอน (Post-test) ระยะเวลาที่ทดสอบกับกลุ่มทดลองจะทดสอบ
กลุ่มควบคุมไปพร้อม ๆ กันทั้ง Pretest และ Post-test

ฉ) ตรวจผลการทดสอบทั้งสองครั้ง เพื่อนำมาคิดค่าสถิติต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. รายเฉลี่ยของคะแนน ใช้สูตร (Guilford, 1950 : 44)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวัดลักษณะการกระจายของข้อมูล ในการคำนวณ
ใช้สูตร (Ferguson, 1966 : 67)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ความแปรปรวน ซึ่งหมายถึงกำลังสองของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ที่กล่าวไว้ในข้อ 2.

4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้ t-test มีสูตรดังนี้ (Edwards, 1958 : 104)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

$\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

N_1 , N_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_1^2 , S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

5. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อน (Pretest) และทดสอบหลัง (Post-test) การให้ treatment โดยใช้ t-test สำหรับ dependent measures คือ (Freund, 1960 : 20)

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{N}}$$

S_D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างจากการทดสอบทั้งสองครั้ง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{D}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบ 2 ครั้ง

t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Simple-Randomized Design

(Lindquist, 1956 : 56)

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Squares	F
Treatments(A)	a-1	$SS_A = \sum_{j=1}^a T_j^2/n_j - T^2/N$	$MS_A = SS_A/(a-1)$	$\frac{MS_A}{MS_W}$
Within-group(W)	N-a	$SS_W = SS_T - SS_A$	$MS_W = SS_W/(N-a)$	
Total	N-1	$SS_T = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^{n_j} x^2 - T^2/N$		

7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

(Lindquist, 1956 : 319 - 323)

Source of Variation	df	SP	SS_Y	df	MS_Y	F
Treatments(A)	a-1	$SP_A = \frac{\sum_{j=1}^a T_{X_i} T_{Y_i}}{n_i} - \frac{T_X T_Y}{N}$	$SS'_A = SS'_T - SS'_W$	a-1	$SS'_A/(a-1)$	$\frac{MS'_A}{MS'_W}$
Within(W)	N-a	$SP_W = SP_T - SP_A$	$SS'_W = SS'_{T_W} - \frac{(SP_W)^2}{SS_{WX}}$	N-a-1	$SS'_W/N-a-1$	
Total	N-1	$SP_T = \sum_{j=1}^a XY - \frac{T_X T_Y}{N}$	$SS'_T = SS'_{T_Y} - \frac{(SF_T)^2}{SS_{TX}}$	N-2		

เมื่อ N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X, Y แทน คะแนนก่อนและหลังทำการทดลองตามลำดับ

SS แทน Sum Square

SP แทน Sum Product

SS' แทน Adjusted Sum Square

MS แทน Mean Square

MS' แทน Adjusted Mean Square

F แทน F-test

8. ทดสอบความแตกต่างเมื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t-test (Lindquist, 1956 : 319 - 323)

$$t = \frac{\bar{Y}'_i - \bar{Y}'_j}{\sqrt{\sigma^2_{\bar{Y}'_i - \bar{Y}'_j}}}$$

$$\sigma^2_{\bar{Y}'_i - \bar{Y}'_j} = \left[\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} + \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{SS_{wx}} \right] MS'_{wy}$$

9. หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อดูลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชนิดที่คน ๆ เดียวกันสอบ ใช้สูตร (Garrett, 1966 : 143)

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y

$\sum X, \sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X และคะแนน Y ตามลำดับ

$\sum X^2, \sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X, Y แต่ละตัวยกกำลังสองตามลำดับ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

10. หาความสัมพันธ์แบบโค้ง (Curvilinearity) ของข้อมูล 2 ชนิด
จากคน ๆ เกี่ยวกันสอบ

$$\eta^2 = \frac{\sum_r (\bar{Y}_r - \bar{Y})^2 / N}{\sum \sum (Y - \bar{Y})^2 / N}$$

$$= \frac{\sum_r \left(\frac{(\sum Y)^2}{N} - \frac{(\sum Y)^2}{N} \right)}{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}}$$

$$F = \frac{\eta^2 / (k-1)}{(1-\eta^2) / (N-k)}$$

เมื่อ η แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เพื่อความสะดวกและเป็นที่เข้าใจตรงกันจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังนี้

X, Y แทน คะแนนดิบ

$\bar{X}, \bar{Y}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

S^2 แทน ความแปรปรวน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X, \sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y

$\sum X^2, \sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X, Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรง

t แทน ค่าที่จะใช้พิจารณาใน t -distribution

F แทน ค่าที่จะใช้พิจารณาใน F -distribution

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

N_1, N_2 แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบ
ก่อนและหลังการสอน (Post.-Pre.)

$\bar{D}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างของการทดสอบทั้งสองครั้ง
(Post.-Pre.)

SS แทน Sum Square

SP แทน Sum Product

MS	แทน	Mean Square	
SS'	แทน	Adjusted Sum Square	
MS'	แทน	Adjusted Mean Square	
$\bar{Y}'$	แทน	Adjusted Mean Y	
η	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง	
k	แทน	จำนวน column	
กลุ่มทดลอง 1	แทน	นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยวิธี (ของผู้วิจัยเอง)	Active Inquiry
กลุ่มทดลอง 2	แทน	นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยวิธี (สมศักดิ์ สุนทรสุข สอน)	Active Inquiry
กลุ่มทดลอง 3	แทน	นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยวิธี	Passive Inquiry
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม (Traditional Method)	
Pre.	แทน	คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนสอน	
Post.	แทน	คะแนนที่ได้จากการทดสอบภายหลังสอนแล้ว	
ภาพ	แทน	แบบทดสอบฉบับที่เป็นรูปภาพ	
ข้อความ	แทน	แบบทดสอบฉบับที่เป็นข้อความ	
No.	แทน	คะแนนจำนวน	
Q	แทน	คะแนนคุณภาพ	
U	แทน	คะแนนเอกลักษณ์	
I.	แทน	แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน	
C.	แทน	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์	
K.	แทน	แบบทดสอบความเกรงใจ	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติและการแปลความหมายของข้อมูลแจกเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ก่อนและหลังการสอน
2. เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
3. เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
4. เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความเกรงใจ
5. ความสัมพันธ์ของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์

และความเกรงใจ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ทดสอบก่อนสอนและหลังการสอน

แสดงในตาราง 7 - 9

ตาราง 7. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่สอบก่อนและหลังการสอน
ของกลุ่มทดลอง 1

แบบทดสอบ	ก่อนสอน		หลังสอน	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
I. ภาพ - No.	74.886	28.175	98.257	29.482
I. ข้อความ - No.	50.800	17.605	79.229	28.282
I. ภาพ - Q.	104.943	36.160	158.371	52.112
I. ข้อความ - Q.	68.200	24.162	119.886	43.042
C. ภาพ - No.	39.486	18.988	64.286	22.294
C. ข้อความ - No.	39.371	10.452	52.171	11.759
C. ภาพ - U.	4.743	5.591	8.97	6.369
C. ข้อความ - U.	1.686	2.055	3.771	2.647
K.	282.457	42.833	259.543	47.827

จากตาราง 7 แสดงว่า ทั้งความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์ มีค่าคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนทุกค่า และความเกรงใจมีค่าคะแนนเฉลี่ยลดลง เมื่อทำการสอนไปแล้ว ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูงขึ้น

ตาราง 8. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่สอบก่อนและหลังการสอน
ของกลุ่มควบคุม

แบบทดสอบ	ก่อนสอน		หลังสอน	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
I. ภาพ — No.	79.719	18.188	110.469	37.566
I. ข้อความ — No.	58.938	21.997	67.750	22.680
I. ภาพ — Q.	115.844	29.605	146.563	46.417
I. ข้อความ — Q.	76.281	26.309	87.813	28.022
C. ภาพ — No.	42.844	18.233	50.406	17.555
C. ข้อความ — No.	43.094	9.904	59.625	13.307
C. ภาพ — U.	6.469	7.044	4.281	3.904
C. ข้อความ — U.	2.688	3.355	3.156	3.502
K.	252.250	46.034	245.438	52.652

จากตาราง 8 แสดงว่า ทั้งความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนและความคิดสร้างสรรค์ มีค่าคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้นเมื่อสอนไปแล้วเกือบทุกค่า เว้นความคิดสร้างสรรค์แบบรูปภาพคะแนนจำนวนมีการกระจายลดลงเล็กน้อย และความคิดสร้างสรรค์แบบรูปภาพคะแนนเอกลักษณ์มีค่าเฉลี่ยลดลง ส่วนความเกรงใจ มีค่าเฉลี่ยลดลง การกระจายเพิ่มขึ้น

จากตาราง 7 และ 8 จะเห็นว่า ความถึกสร้างสรรคที่คิดแบบคะแนนเอกลักษณ์ ทั้งฉบับรูปภาพและข้อความ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดทั้งค่าเฉลี่ยและการกระจาย

ตาราง 9. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบความถึกสร้างสรรค ของกลุ่มทดลอง 1
กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3

กลุ่มตัวอย่าง	C.	ก่อนสอน		หลังสอน	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
กลุ่มทดลอง 1	ภาพ — No.	39.486	18.988	64.286	22.294
	ข้อความ — No.	39.371	10.452	52.171	11.759
กลุ่มทดลอง 2	ภาพ — No.	48.595	18.202	59.865	26.290
	ข้อความ — No.	37.946	9.042	50.378	13.147
กลุ่มทดลอง 3	ภาพ — No.	42.559	19.067	38.000	18.430
	ข้อความ — No.	36.765	8.450	43.176	12.887

จากตาราง 9 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยและการกระจายของคะแนนความถึกสร้างสรรค ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับการสอนแล้ว ทั้งยังเป็นค่าใกล้เคียงกัน ส่วนกลุ่มทดลอง 3 ฉบับข้อความเพิ่มขึ้นเท่านั้นใกล้เคียงกับสองกลุ่มแรก แต่ฉบับรูปภาพกลับมี ค่าเฉลี่ยลดลงกว่าเดิมเล็กน้อย การกระจายของคะแนนยังคงเพิ่มขึ้น

ค่าสถิติจากตาราง 7 - 9 ส่วนใหญ่มีแนวโน้มทั้งที่คาดไว้คือ กลุ่มทดลองควรมี ความถึกแบบสืบสวน-สอบสวน ความถึกสร้างสรรคเพิ่มขึ้น ส่วนความเกรงใจให้ลดลง ซึ่งจะได้อภิปรายรายละเอียดต่อไป

2. เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 1 ไม่ได้ทดสอบก่อนแบ่งกลุ่ม ทำให้ไม่แน่ใจว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เริ่มต้นแตกต่างกันหรือไม่ จึงทดสอบ ความแตกต่างของคะแนนความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนก่อนสอน ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนเริ่มสอน (Pretest)

I.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	
ภาพ -No.	35	74.886	28.175	32	79.719	18.188	-.841
ข้อความ -No.	35	50.800	17.605	32	58.938	21.997	-1.662
ภาพ -อ.	35	104.943	36.160	32	115.844	29.605	-1.355
ข้อความ -อ.	35	68.200	24.162	32	76.281	26.309	-1.306

จากตาราง 10 แสดงว่า ทั้งสองกลุ่มมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ไม่แตกต่างกัน ก่อนเริ่มเรียน ดังนั้นในการพิจารณาความแตกต่างระหว่างเพศ และระหว่างกลุ่ม ภายหลัง การสอน (Post-test) จึงใช้ t-test ตามปกติ

ก. เพื่อพิจารณาพัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของกลุ่มทดลอง 1 ว่าจะเป็นอย่างไร (Post.-Pre.) โดยตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 น่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด"

$$H_0 : \mu_{\text{Post.}} = \mu_{\text{Pre.}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{Post.}} > \mu_{\text{Pre.}}$$

ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11. เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ก่อนและหลังการสอน
ของกลุ่มทดลอง 1

I.	N	$\bar{D}$	s_D^2	s_D	t
ภาพ — No.	35	23.371	1194.358	34.559	4.001**
ข้อความ — No.	35	31.171	631.734	25.134	7.337**
ภาพ — Q.	35	53.429	2141.370	46.275	6.831**
ข้อความ — Q.	35	54.914	1448.728	38.062	8.535**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงว่า ภายหลังจากการสอนแล้วกลุ่มทดลอง 1 มีพัฒนาการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนที่ขึ้นทุกฉบับ ไม่ว่าจะตรวจโดยคะแนนจำนวน หรือคะแนนคุณภาพ เป็นการยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของคะแนนภายหลังจากสอนดังกล่าว ยังแสดงถึงว่าแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วย

ข. เพื่อเปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ภายหลังจากสอน (Post-test) ระหว่างเพศชายและหญิงของกลุ่มทดลอง 1 โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า "ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงภายหลังจากสอน ไม่น่าจะแตกต่างกัน"

$$H_0 : \mu_{\text{ช.}} = \mu_{\text{ญ.}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{ช.}} \neq \mu_{\text{ญ.}}$$

ค่าสถิติแสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12. เปรียบเทียบความแตกต่างด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
ของกลุ่มทดลอง 1 ระหว่างเพศชายและหญิง

I	ชาย			หญิง			t
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	
ภาพ — No.	22	99.045	29.522	13	96.923	30.568	.201
ข้อความ — No.	22	85.091	30.664	13	69.308	21.242	1.793
ภาพ — Q.	22	162.182	50.317	13	151.923	56.498	.540
ข้อความ — Q.	22	126.318	45.725	13	109.000	37.229	1.220

จากตาราง 12 แสดงว่า ภายหลังการสอนทั้งเพศชายและหญิง มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ไม่แตกต่างกันทุกฉบับ ทั้งคะแนนคุณภาพและคะแนนจำนวน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ค. พิจารณาพัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของกลุ่มควบคุมว่าเป็นไปลักษณะใด (Post.-Pre.) โดยมีสมมุติฐานว่า

"กลุ่มควบคุม น่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ"

$$H_0 : M_{\text{Post.}} = M_{\text{Pre.}}$$

$$H_1 : M_{\text{Post.}} > M_{\text{Pre.}}$$

ผลการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 13

ตาราง 13. เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ก่อนและหลังการสอน
ของกลุ่มควบคุม

I.	N	$\bar{D}$	S_D^2	S_D	t
ภาพ — No.	32	30.813	1068.544	32.689	5.332**
ข้อความ — No.	32	12.125	407.661	20.191	3.397**
ภาพ — ค.	32	31.906	1231.184	35.088	5.144**
ข้อความ — ค.	32	11.531	698.451	26.428	2.468**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงว่า ภายหลังการสอนแล้ว กลุ่มควบคุมก็มีพัฒนาการที่ขึ้นทุกฉบับ ทั้งคะแนนข้อความและคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลที่ได้ตรงข้ามกับ สมมุติฐานที่ตั้งไว้ข้างต้น

ง. เปรียบเทียบพัฒนาการด้านความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม (Post.-Pre.) ว่าแต่ละกลุ่มนั้นจะมีพัฒนาการต่างกันมากน้อยเพียงใด โดยตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 (exp.) น่าจะมีพัฒนาการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่มควบคุม (con.)"

$$H_0 : M_{exp.} = M_{con.}$$

$$H_1 : M_{exp.} > M_{con.}$$

ผลการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 14

ตาราง 14. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม

I.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t
	N	$\bar{D}$	S_D	N	$\bar{D}$	S_D	
ภาพ - No.	35	23.371	34.559	32	30.813	32.689	-.906
ข้อความ - No.	35	31.171	25.134	32	12.125	20.191	3.433**
ภาพ - ค.	35	53.429	46.275	32	31.906	35.088	2.156*
ข้อความ - ค.	35	54.914	38.062	32	11.531	26.428	5.456**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 แสดงว่า พัฒนาการของกลุ่มทดลอง 1 เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เฉพาะฉบับข้อความทั้งคะแนนจำนวนและคะแนนคุณภาพ และเพิ่มขึ้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ฉบับรูปภาพเฉพาะที่ตรวจแบบคะแนนคุณภาพ ส่วนฉบับรูปภาพที่ตรวจแบบคะแนนจำนวน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นส่วนใหญ่จึงสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จ. เพื่อพิจารณาผลขั้นสุดท้ายของการสอนว่า จะทำให้กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน แตกต่างกันหรือไม่ คือพิจารณา Post-test ของทั้งสองกลุ่ม ซึ่งตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 น่าจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มากกว่ากลุ่มควบคุม ภายหลังได้รับการสอนแล้ว"

$$H_0 : M_{exp.} = M_{con.}$$

$$H_1 : M_{exp.} > M_{con.}$$

ผลการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 15

ตาราง 15. เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ของกลุ่มทดลอง 1
และกลุ่มควบคุม

I.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	
ภาพ — No.	35	98.257	29.482	32	110.469	37.566	-1.471
ข้อความ — No.	35	79.229	28.282	32	67.750	22.680	1.840*
ภาพ — Q.	35	158.371	52.112	32	146.563	46.417	.981
ข้อความ — Q.	35	119.886	43.042	32	87.813	28.022	3.644**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 แสดงว่า ภายหลังการสอนกลุ่มควบคุมกลับมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน วัณรูปภาพ คะแนนจำนวนมากกว่ากลุ่มทดลอง 1 แต่ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวัณรูปภาพ คะแนนคุณภาพกลุ่มทดลอง 1 มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน สำหรับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนวัณข้อความ ทั้งคะแนนจำนวนและคุณภาพปรากฏว่า กลุ่มทดลอง 1 มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3: เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์

เพื่อให้ทราบแน่ชัดว่า ทั้งกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ใกล้เคียงกัน ก่อนเริ่มสอน จึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนสอน (Pretest) ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนสอน

C.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	
ภาพ — No.	35	39.486	18.988	32	42.844	18.233	— .738
ข้อความ — No.	35	39.371	10.452	32	43.094	9.904	—1.497
ภาพ — U.	35	4.743	5.591	32	6.469	7.044	—1.104
ข้อความ — U.	35	1.686	2.055	32	2.688	3.355	—1.458

จากตาราง 16 แสดงว่า ก่อนเริ่มสอนทั้งกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม มีความคิดสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ภายหลังการสอนจึงใช้ t-test

ก. เพื่อพิจารณาพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 ว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (Post.-Pre.) โดยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 น่าจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน"

$$H_0 : M_{\text{Post.}} = M_{\text{Pre.}}$$

$$H_1 : M_{\text{Post.}} > M_{\text{Pre.}}$$

ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 17

ตาราง 17. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและภายหลังการสอน
ของกลุ่มทดลอง 1

C.	N	$\bar{D}$	S_D^2	S_D	t
ภาพ — No.	35	24.800	317.635	17.822	8.232 **
ข้อความ — No.	35	12.800	112.459	10.605	7.141 **
ภาพ — U.	35	4.229	47.417	6.886	3.633 **
ข้อความ — U.	35	2.086	10.375	3.221	3.831 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 แสดงว่า ภายหลังการสอนกลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งฉบับรูปภาพ และข้อความ ที่ตรวจแบบคะแนนจำนวน และคะแนนเอกลักษณ์ เป็นการยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ข. พิจารณาพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มควบคุมว่า เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (Post.-Pre.) โดยมีสมมุติฐานว่า

"กลุ่มควบคุมจะมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ"

$$H_0 : M_{\text{Post.}} = M_{\text{Pre.}}$$

$$H_1 : M_{\text{Post.}} > M_{\text{Pre.}}$$

ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 18

ตาราง 18. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและภายหลังการสอน
ของกลุ่มควบคุม

C.	N	$\bar{D}$	S_D^2	S_D	t
ภาพ — No.	32	7.563	292.641	17.107	2.501**
ข้อความ — No.	32	16.531	133.805	11.567	8.084**
ภาพ — U.	32	2.188	27.060	5.202	2.379*
ข้อความ — U.	32	.469	7.547	2.747	.965

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 18 แสดงว่า ภายหลังการสอนแล้ว กลุ่มควบคุมก็มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งฉบับข้อความและรูปภาพที่คิดแบบคะแนนจำนวน ส่วนฉบับรูปภาพ คะแนนเอกลักษณ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นส่วนใหญ่เป็นผลตรงกันข้ามกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ค. เปรียบเทียบพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ ของกลุ่มทดลอง 1 กับ กลุ่มควบคุม (Post.-Pre.) ว่าแต่ละกลุ่มจะมีพัฒนาการต่างกันเพียงใด โดยตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 (exp.) น่าจะมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่มควบคุม (con.)"

$$H_0 : M_{exp.} = M_{con.}$$

$$H_1 : M_{exp.} > M_{con.}$$

ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 19

ตาราง 19. เปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม

C.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t.
	N	$\bar{D}$	S_D	N	$\bar{D}$	S_D	
ภาพ — No.	35	24.800	17.822	32	7.563	17.107	4.038**
ข้อความ — No.	35	12.800	10.605	32	16.531	11.567	-1.372
ภาพ — U.	35	4.229	6.886	32	2.188	5.202	1.376
ข้อความ — U.	35	2.086	3.221	32	.469	2.747	2.217*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 19 แสดงว่ากลุ่มทดลอง 1 มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เฉพาะฉบับรูปภาพที่ตรวจแบบคะแนนจำนวน ส่วนฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์ พัฒนาการของกลุ่มทดลอง 1 มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีบางส่วนเท่านั้นที่สอดคล้องกับสมมุติฐาน

ง. เพื่อเปรียบเทียบผลขั้นสุดท้าย ภายหลังการสอนว่ากลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมจะมีความคิดสร้างสรรค์ต่างกันอย่างไร คือพิจารณา Post-test ของทั้งสองกลุ่ม โดยมีสมมุติฐานดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 น่าจะมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มควบคุม ภายหลังได้รับการสอนแล้ว"

$$H_0 : M_{\text{exp.}} = M_{\text{con.}}$$

$$H_1 : M_{\text{exp.}} > M_{\text{con.}}$$

ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 20

ตาราง 20. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม

C.	กลุ่มทดลอง 1			กลุ่มควบคุม			t
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	
ภาพ — No.	35	64.286	22.294	32	50.406	17.555	2.843**
ข้อความ — No.	35	52.171	11.759	32	59.625	13.307	-2.420**
ภาพ — U.	35	8.971	6.369	32	4.281	3.904	3.668**
ข้อความ — U.	35	3.771	2.647	32	3.156	3.502	.806

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 20 แสดงว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนภายหลังการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เฉพาะฉบับรูปภาพ ทั้งแบบคะแนนจำนวนและคะแนนเอกลักษณ์ ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นไปตามสมมุติฐาน แต่ฉบับข้อความ คะแนนจำนวนกลุ่มควบคุมกลับมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จ. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 ว่า เมื่อได้รับการสอนแล้วจะมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันเพียงใด คือพิจารณาเฉพาะ Post-test และเป็นคะแนนจำนวนเท่านั้น

เพื่อให้แน่ใจว่ากลุ่มทดลองทั้ง 3 มีความคิดสร้างสรรค์ใกล้เคียงกันในตอนเริ่มสอน จึงทดสอบความแตกต่างของ Pretest เสียก่อน ดังผลการทดสอบในตาราง 21 – 22

ตาราง 21. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ
ความคิดสร้างสรรค์นัยรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2
และกลุ่มทดลอง 3 ก่อนเริ่มการสอน

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	1,552.041	2	776.020	2.209
ภายในกลุ่ม	36,178.044	103	351.243	
รวมทั้งหมก	37,730.085	105		

จากตาราง 21 แสดงว่า กลุ่มทดลองทั้งสามมีความคิดสร้างสรรค์นัยรูปภาพ
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 22. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ
ความคิดสร้างสรรค์นัยข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2
และกลุ่มทดลอง 3 ก่อนเริ่มการสอน

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	117.668	2	58.834	.673
ภายในกลุ่ม	9,010.181	103	87.477	
รวมทั้งหมก	9,127.849	105		

จากตาราง 22 แสดงว่า กลุ่มทดลองทั้งสามมีความคิดสร้างสรรค์นัยข้อความ
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 21 – 22 จึงแสดงว่า ก่อนเริ่มสอนกลุ่มทดลองทั้งสาม มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน ทั้งฉบับรูปภาพ และฉบับข้อความ ดังนั้นในการทดสอบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ ภายหลังการสอน (Post-test) ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสาม จึงใช้ F-test โดยมีสมมุติฐานดังนี้

"ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 ไม่น่าจะแตกต่างกัน"

$$H_0 : M_{\text{exp.1}} = M_{\text{exp.2}} = M_{\text{exp.3}}$$

$$H_1 : M_{\text{exp.1}} \neq M_{\text{exp.2}} \neq M_{\text{exp.3}}$$

ผลของการทดสอบแสดงในตาราง 23 – 24

ตาราง 23. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสามภายหลังการสอน

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	13,669.259	2	6,834.630	13.285**
ภายในกลุ่ม	52,991.468	103	514.480	
รวมทั้งหมด	66,660.727	105		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 23 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ ของกลุ่มทดลองทั้งสาม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 24. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ
ความคิดสร้างสรรค์นับข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสามภายหลังจากการสอน

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	1,563.158	2	781.579	4.955**
ภายในกลุ่ม	16,246.616	103	157.734	
รวมทั้งหมด	17,809.774	105		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 24 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์นับข้อความของกลุ่มทดลองทั้งสามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 23 – 24 จึงแสดงว่า กลุ่มทดลองทั้งสาม มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันภายหลังจากได้รับการสอนแล้ว ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่ความแตกต่างนี้ยังบอกแน่ชัดไม่ได้ว่า เป็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองคู่ใด ดังนั้นจึงทำการทดสอบทีละคู่โดยใช้ t-test ผลการทดสอบแสดงในตาราง 25 – 26

ตาราง 25. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นัยรูปภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสาม
ทีละคู่ ภายหลังการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	S	t
กลุ่มทดลอง 1	35	64.286	497.034	22.294	.771
กลุ่มทดลอง 2	37	59.865	691.120	26.289	
กลุ่มทดลอง 1	35	64.286	497.034	22.294	5.344**
กลุ่มทดลอง 3	34	38.000	339.758	18.433	
กลุ่มทดลอง 2	37	59.865	691.120	26.289	4.083**
กลุ่มทดลอง 3	34	38.000	339.758	18.433	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 25 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 3 มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือกลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์นัยรูปภาพ
สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์นัยรูปภาพสูงกว่ากลุ่มทดลอง 3
เช่นกัน ที่ระดับ .01

ตาราง 26. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง สาม
ทีละคู่ ภายหลังการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	S	t
กลุ่มทดลอง 1	35	52.171	138.264	11.759	.615
กลุ่มทดลอง 2	37	50.378	168.464	12.979	
กลุ่มทดลอง 1	35	52.171	138.264	11.759	3.026**
กลุ่มทดลอง 3	34	43.176	166.089	12.888	
กลุ่มทดลอง 2	37	50.378	168.464	12.979	2.344*
กลุ่มทดลอง 3	34	43.176	166.089	12.888	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 26 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลอง 2 ก็มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 เช่นกัน แต่ที่ระดับ .05

จากตาราง 25 – 26 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 3 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มทดลอง 3 มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งฉบับรูปภาพและฉบับข้อความ คือกลุ่มทดลอง 1 และ 2 มีความคิดสร้างสรรค์หักเหเหมือนกัน แต่ทั้งสองกลุ่มต่างก็มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3

การที่กลุ่มทดลอง 3 มีความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่ากลุ่มทดลอง 1 และ 2 จึงทำให้ต้องการทราบว่า กลุ่มทดลอง 3 จะมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์เพียงใด ทั้งฉบับรูปภาพ

และนับข้อความเฉพาะคะแนนจำนวน และนำพัฒนาการของอีก 2 กลุ่มมาพิจารณาประกอบกัน
ดังแสดงในตาราง 27

ตาราง 27. เปรียบเทียบพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1, 2
และ 3 ทั้งนับรูปภาพและข้อความ

กลุ่มตัวอย่าง	C.	N	$\bar{D}$	S_D	t
กลุ่มทดลอง 1	รูปภาพ	35	24.800	17.822	8.232**
	ข้อความ	35	12.800	10.605	7.141**
กลุ่มทดลอง 2	รูปภาพ	37	11.216	21.186	3.220**
	ข้อความ	37	12.432	12.114	6.243**
กลุ่มทดลอง 3	รูปภาพ	34	-4.559	14.544	-1.828*
	ข้อความ	34	6.412	8.034	4.653**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 27 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 3 มีความคิดสร้างสรรค์นับข้อความเพิ่มขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่า t ไม่ห่างจากกลุ่มทดลอง 1 และ 2 มากนัก
แต่กลับมีความคิดสร้างสรรค์ในคำรูปภาพลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบผลการสอนที่มีต่อความเกรงใจ

ได้เปรียบเทียบความเกรงใจของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนเริ่มสอนเช่นกัน
ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 28

ตาราง 28. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความเกรงใจ ระหว่างกลุ่ม
ทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม ก่อนเริ่มสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	s	t
กลุ่มทดลอง 1	35	282.457	1834.667	42.833	2.773 **
กลุ่มควบคุม	32	252.250	2119.097	46.034	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 28 แสดงว่า ก่อนเริ่มสอนทั้งสองกลุ่มมีความเกรงใจแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือกลุ่มทดลอง 1 มีความเกรงใจมากกว่ากลุ่มควบคุม
ดังนั้นในการเปรียบเทียบความเกรงใจภายหลังการสอน (Post-test) จึงใช้วิเคราะห์ข้อมูล
แบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) ซึ่งเป็นการควบคุม
คุณลักษณะและพฤติกรรมดั้งเดิมของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีสถิติ

ก. เพื่อพิจารณาว่า ภายหลังการสอนแล้วความเกรงใจของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น
หรือลดลงเพียงใด (Post.-Pre.) โดยตั้งสมมุติฐานดังนี้

1) ความเกรงใจของกลุ่มทดลอง น่าจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด

$$H_0 : M_{\text{exp.-post.}} = M_{\text{exp.-pre.}}$$

$$H_1 : M_{\text{exp.-post.}} < M_{\text{exp.-pre.}}$$

2) ความเกรงใจของกลุ่มควบคุม น่าจะลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลย

$$H_0 : M_{\text{con. - post.}} = M_{\text{con. - pre.}}$$

$$H_1 : M_{\text{con. - post.}} < M_{\text{con. - pre.}}$$

ผลการเปรียบเทียบแสดงในตาราง 29

ตาราง 29. เปรียบเทียบความเกรงใจก่อนเริ่มสอนและภายหลังการสอน
ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	S_D^2	S_D	t
กลุ่มทดลอง 1	35	-23.143	2076.420	45.568	-3.005**
กลุ่มควบคุม	32	- 6.813	2440.931	49.406	- .780

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 29 แสดงว่า กลุ่มทดลอง 1 มีความเกรงใจลดลงกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1). ส่วนกลุ่มควบคุมมีความเกรงใจลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 2). เช่นกัน

ข. เปรียบเทียบความเกรงใจที่ลดลงทั้งสองกลุ่ม จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงใด โดยตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"ความเกรงใจของกลุ่มทดลอง 1 น่าจะลดลงได้มากกว่ากลุ่มควบคุม"

$$H_0 : M_{\text{exp.}} = M_{\text{con.}}$$

$$H_1 : M_{\text{exp.}} < M_{\text{con.}}$$

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 30

ตาราง 30. เปรียบเทียบความเกรงใจที่ลดลงของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{D}$	s_D^2	s_D	t
กลุ่มทดลอง 1	35	-23.143	2076.420	45.568	-1.402
กลุ่มควบคุม	32	- 6.813	2440.931	49.406	

จากตาราง 30 แสดงว่า ความเกรงใจที่ลดลงของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันบ้าง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค. เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะสุดท้าย (Post-test) ภายหลังจากการสอนแล้ว กลุ่มใดจะมีความเกรงใจน้อยกว่ากัน โดยตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

"กลุ่มทดลอง 1 น่าจะมีความเกรงใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุม"

$$\begin{array}{lcl}
 H_0 : & M_{\text{exp.}} & = M_{\text{con.}} \\
 H_1 : & M_{\text{exp.}} & < M_{\text{con.}}
 \end{array}$$

ทดสอบความแตกต่าง โดยใช้วิธี Analysis of Covariance เลย เนื่องจากมีกลุ่มตัวอย่างเพียง 2 กลุ่ม ดังแสดงผลการทดสอบในตาราง 31

ตาราง 31. ทดสอบความแตกต่างของความเกรงใจ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{Y}'_1$	$\bar{Y}'_2$	$\sigma_{\bar{Y}'_1 - \bar{Y}'_2}$	t
กลุ่มทดลอง 1 - กลุ่มควบคุม	250.984	262.997	11.312	-1.062

จากตาราง 31 แสดงว่า ความแตกต่างของความเกรงใจ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรงข้ามกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5. หาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ

โดยใช้คะแนนความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนนับข้อความคะแนนคุณภาพ และคะแนนเอกลักษณ์นับรูปภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นตัวแทน มีสมมุติฐานดังนี้

ก. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน น่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวก กับความคิดสร้างสรรค์

ข. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความเกรงใจ น่าจะมีความสัมพันธ์ต่อกัน ในทางลบ

ค. ความคิดสร้างสรรค์และความเกรงใจ น่าจะมีความสัมพันธ์ต่อกันในทางลบ เช่นกัน

ค่าความสัมพันธ์แสดงในตาราง 32

ตาราง 32. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ

ตัวแปร	I.	C.	K.
I.	—	.3462**	-.0788
C.		—	-.0789
K.			—

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

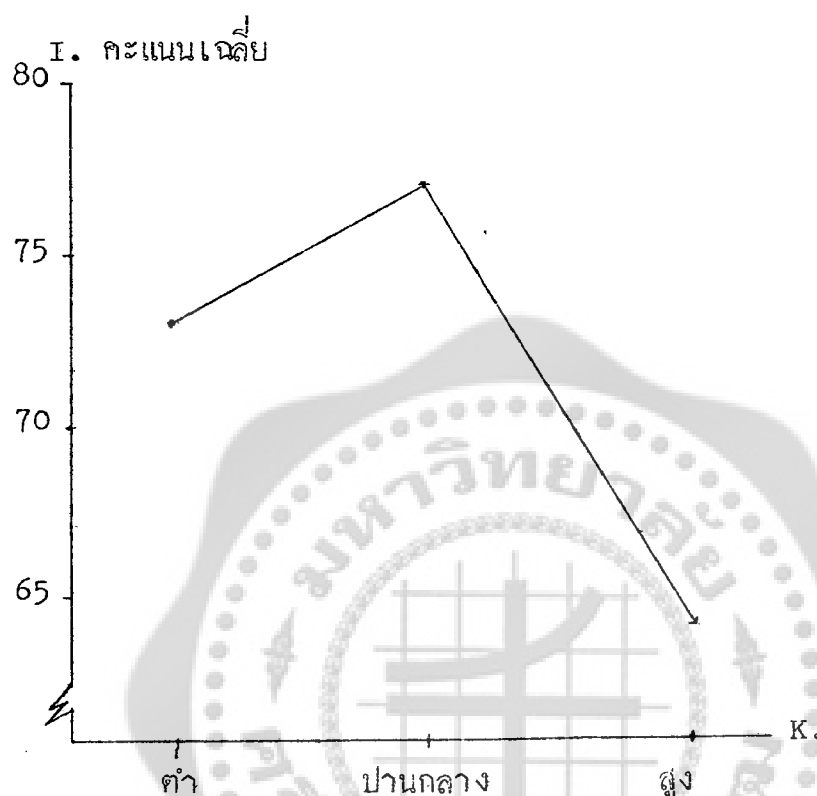
จากตาราง 32 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ในทางบวก กับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมุติฐาน ในข้อ ก. ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนกับความเกรงใจและ ความคิดสร้างสรรค์กับความเกรงใจเป็นไปในทางลบ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่ตรงกับ สมมุติฐานในข้อ ข. และ ค.

การที่ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนกับความเกรงใจ และความคิดสร้างสรรค์กับความเกรงใจ ไม่นับสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงใช้ความเกรงใจ เป็นเกณฑ์แบ่งกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุม) ออกเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์และความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ว่าจะมีความสัมพันธ์แบบใด

ก) ความสัมพันธ์ระหว่างความเกรงใจกับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน โดยใช้ความเกรงใจเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ค่าสถิติแสดงในตาราง 33

ตาราง 33. ค่าสถิติพื้นฐานของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ตามระดับความเกรงใจ

K.	N	$\bar{X}$	S
สูง	20	64.400	26.411
ปานกลาง	27	77.111	21.657
ต่ำ	20	73.050	28.119



ภาพที่ 5. แสดงปริมาณความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ในกลุ่มที่มีความเกรงใจต่ำ ปานกลาง และสูง

จากตาราง 33 และภาพที่ 5 แสดงว่า กลุ่มที่มีความเกรงใจสูงจะมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนต่ำ กลุ่มที่มีความเกรงใจปานกลางจะมีความคิดสืบสวน-สอบสวนสูงที่สุด และกลุ่มที่มีความเกรงใจต่ำ มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนต่ำกว่ากลุ่มเกรงใจปานกลาง แต่สูงกว่ากลุ่มเกรงใจสูง

และจากแนวโน้มตามภาพนี้จึงนำไปทดสอบหาความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง ได้ค่า

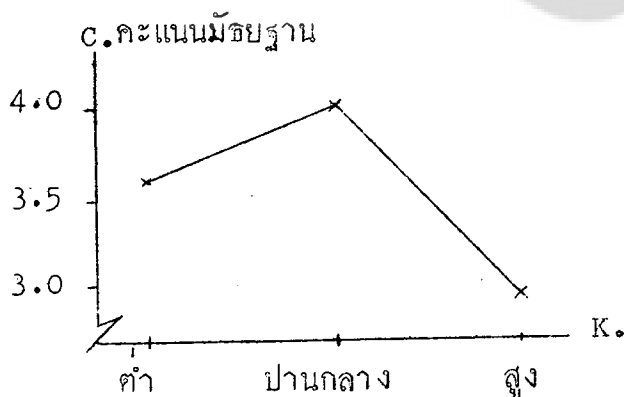
$\eta^2 = .0085$ และค่า $F = .1320$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่อาจสรุปได้ว่าความเกรงใจ และความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง

ข) ความสัมพันธ์ระหว่างความเกรงใจกับความคิดสร้างสรรค์ ใช้ความเกรงใจเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ค่าสถิติแสดงในตาราง 34

ตาราง 34. ค่าสถิติมูลฐานของความคิดสร้างสรรค์ ตามระดับความเกรงใจ

K.	N	$\bar{X}$	S
สูง	20	4.700 (Mdn. = 2.875)	6.522
ปานกลาง	27	5.259 (Mdn. = 4.000)	4.579
ต่ำ	20	6.950 (Mdn. = 3.636)	8.036

สำหรับความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์กับความเกรงใจที่จะนำไปเขียนภาพนั้น จะใช้ค่ามัธยฐานแทนคะแนนเฉลี่ย เนื่องจากคะแนนในแต่ละกลุ่มกระจายกระจายมาก มีบางค่าที่สูงเกินจนทำให้ค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนไปมาก



ภาพที่ 6. แสดงปริมาณความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่มีความเกรงใจต่ำ ปานกลาง และสูง

จากตาราง 34 และภาพที่ 6 แสดงว่า กลุ่มที่มีความเกรงใจสูงมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ กลุ่มเกรงใจปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์สูงสุด และกลุ่มเกรงใจต่ำมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มต่ำ แต่ต่ำกว่ากลุ่มเกรงใจปานกลาง จากความสัมพันธ์นำไปทดสอบหาความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง ได้ค่า $r^2 = .1684$ และค่า $F = 1.7092$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่อาจสรุปได้ว่า ความเกรงใจ และความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง

6. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

ในการทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ก. ตามตาราง 11 ปรากฏว่า แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ฉบับรูปภาพและฉบับข้อความ ทั้งที่ตรวจแบบคะแนนจำนวนและคะแนนคุณภาพ ได้คะแนนภายหลังการสอนสูงกว่าคะแนนก่อนเริ่มต้นสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งหมด แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการวิจัย

ก. การวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบ Active Inquiry กับการสอนแบบเดิมที่มีผลต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และความกระตือรือร้น

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความกระตือรือร้น ภายหลังการสอนและก่อนเริ่มสอน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความกระตือรือร้น ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3
4. เปรียบเทียบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของกลุ่มทดลอง 1 ระหว่างเพศชาย และเพศหญิง

ข. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความกระตือรือร้น

ค. เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการสอน ใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ห้อง 3 ของโรงเรียนสาธิตน้ำทิพย์ จังหวัดนครหลวงกรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน มีชาย 22 คน หญิง 13 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นและโรงเรียนเดียวกันห้องที่ 7 จำนวน 32 คน มีชาย 19 คน หญิง 13 คน

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากกลุ่มตัวอย่างที่สอนดังกล่าวแล้ว ยังใช้กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มทดลอง 3 ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นและโรงเรียนเดียวกัน จำนวน 37 คนและ 34 คน ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วยแบบทดสอบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ฉบับรูปภาพ และฉบับข้อความ ซึ่งนุญลือ ทองอยู่ และ อรทัย เศรษฐ์สัณโก (2514) สร้างไว้
2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับรูปภาพคือ ความหมายของเส้น และฉบับข้อความคือ ความเหมือน ซึ่งไสว เลี่ยมแก้ว (2514) สร้างไว้
3. แบบทดสอบความเกรงใจ ใช้แบบทดสอบที่ นุญลือ ทองอยู่ (2514) ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของประสิทธิ์ นวัคดี (2514)

วิธีดำเนินการทดลอง

ดำเนินการเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. เตรียมศึกษากันว่าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เลือกกลุ่มตัวอย่าง วิชา เนื้อหาที่จะสอน วิเคราะห์หลักสูตร จัดทำโครงหน้การสอน เตรียมอุปกรณ์สำหรับจะใช้สอนให้พร้อม
2. ฝึกทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย เพื่อปรับปรุงวิธีสอน โครงหน้การสอน อุปกรณ์ และเวลา
3. ดำเนินการสอนจริง โดยเริ่มตั้งแต่ การจัดแบ่งกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเนื้อหาวิชา กำหนดระยะเวลาที่ใช้สอนทั้งหมด และการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ ส่วนวิธีการสอน ดำเนินตามที่กำหนดไว้ในโครงหน้การสอนที่ปรับปรุงไว้แล้ว
4. ตรวจสอบผลการทดสอบและนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อค้นหาสิ่งต่อไปนี้

1. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ ก่อนเริ่มสอน (Pretest) และภายหลังการสอน (Post-test) โดยใช้ t-test
2. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t-test
3. ทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 โดยใช้ t-test และ F-test
4. หาค่าสหสัมพันธ์ของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ ทั้งแบบเส้นตรง และเส้นโค้ง
5. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ก. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

1. ภายหลังการสอนแล้วกลุ่มทดลอง 1 มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้นกว่าเกิมนก่อนเริ่มสอน ทั้งฉบับรูปภาพและฉบับข้อความ ที่ตรวจแบบคะแนนจำนวนและคุณภาพ ด้วยความเชื่อมั่น 99 %
2. แบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงพอควร
3. ภายหลังการสอนกลุ่มเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มทดลอง 1 มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ไม่แตกต่างกัน
4. ภายหลังการสอนแล้วกลุ่มควบคุม มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้นกว่าเกิมนก่อนสอน ทั้งฉบับรูปภาพและฉบับข้อความ ที่ระบับความเชื่อมั่น 99 %

5. พัฒนาการความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของกลุ่มทดลอง 1 เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เฉพาะฉบับข้อความ ส่วนฉบับรูปภาพ คะแนนจำนวนไม่แตกต่างกัน และฉบับรูปภาพ คะแนนคุณภาพกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

6. ภายหลังการสอนแล้วกลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสืบสวน-สอบสวนฉบับข้อความ คะแนนจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และฉบับข้อความคะแนนคุณภาพสูงกว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ส่วนฉบับรูปภาพ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข. ความคิดสร้างสรรค์

1. ภายหลังการสอน กลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างเชื่อมั่นได้ 99 % ทุกฉบับ

2. ภายหลังการสอนแล้วกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์ ฉบับรูปภาพ คะแนนจำนวน ฉบับข้อความ คะแนนจำนวนสูงขึ้นกว่าเดิมที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ คะแนนเอกลักษณ์สูงขึ้นกว่าเดิมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์ไม่แตกต่างจากเดิม

3. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 1 เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเชื่อมั่นได้ 99 % เฉพาะฉบับรูปภาพ, คะแนนจำนวน และสูงกว่าอย่างเชื่อมั่นได้ 95 % เฉพาะฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์ ส่วนฉบับข้อความ คะแนนจำนวนและ ฉบับรูปภาพ คะแนนเอกลักษณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ภายหลังการสอนแล้ว กลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ คะแนนจำนวน และคะแนนเอกลักษณ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % แต่กลุ่มควบคุมกลับมีความคิดสร้างสรรค์ฉบับข้อความ คะแนนจำนวนสูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 อย่างเชื่อมั่นได้ 99 % สำหรับฉบับข้อความ คะแนนเอกลักษณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ภายหลังการสอนแล้วกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน กลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

กลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์นับรูปภาพสูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 อย่างเชื่อมั่นได้ 99 %
และมีความคิดสร้างสรรค์นับข้อความสูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

6. ความคิดสร้างสรรค์นับข้อความของกลุ่มทดลอง 3 ภายหลังการสอน
สูงกว่าก่อนเริ่มสอนอย่างเชื่อมั่นได้ 99 % แต่ความคิดสร้างสรรค์นับรูปภาพกลับลดลง
อย่างเชื่อมั่นได้ 95 % ส่วนกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม
อย่างเชื่อมั่นได้ 99 %

ค. ความเกรงใจ

1. ภายหลังการสอนกลุ่มทดลอง 1 มีความเกรงใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

2. ภายหลังการสอนกลุ่มควบคุม มีความเกรงใจลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ

3. ภายหลังการสอนความเกรงใจที่ลดลงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ภายหลังการสอนกลุ่มทดลอง 1 มีความเกรงใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุม
แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์
และความเกรงใจ

1. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์
ในทางบวกที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

2. ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความเกรงใจไม่มีความสัมพันธ์กัน
ทั้งแบบเส้นตรง และ เส้นโค้ง

3. ความคิดสร้างสรรค์ กับความเกรงใจไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งแบบ เส้นตรง
และ เส้นโค้ง

อภิปรายผล

ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

ในการทดลองนี้ได้พยายามดำเนินการตามทฤษฎี ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนของตนเองอย่างเต็มที่ ดังนั้นการที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานในการวิจัยครั้งนี้ และผลการวิจัยของยังและโจนส์ (Young and Jones, 1970 : 41) ของอันเลนเดอร์ (Allender, 1969 : 399 - 409) และเป็นไปตามทฤษฎีของซุคแมน (Suchman, 1966 : 7 - 34) แต่การที่กลุ่มควบคุมก็มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน ซึ่งตรงข้ามกับสมมุติฐานและผลการทดสอบความแตกต่างของความคิดนี้ภายหลังการสอน (Post-test) นั้นปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้เพียงบางส่วน (นับข้อความไม่แตกต่างกัน) ที่เป็นเช่นนี้อาจต้องยอมรับว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม ก็มีพัฒนาการในความคิดนี้เช่นกัน แม้จะไม่มากเท่ากับกลุ่มทดลอง เพราะเมื่อทดสอบความแตกต่างของการเพิ่มขึ้นของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนทั้งสองกลุ่มแล้ว ส่วนใหญ่กลุ่มทดลองมีพัฒนาการสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (นับข้อความที่ .01 นับรูปภาพคะแนนคุณภาพที่ .05 นับรูปภาพคะแนนจำนวนไม่แตกต่างกัน) นอกจากอาจเกิดจากผลการสอนแบบเดิมดังกล่าวแล้ว สาเหตุอื่นที่ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะมีผลต่อค่าสถิติก็คือ 1) สภาพของห้องเรียนและการติดต่อถึงกันของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพราะห้องเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ใกล้กัน เมื่อเลิกเรียนไม่พร้อมกันนักเรียนกลุ่มควบคุมจึงมีโอกาสมาสั่งเกตการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองอย่างใกล้ชิด และการทดลองสอนนี้เป็นสิ่งแปลกใหม่ในโรงเรียนจึงเป็นที่สนใจของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ช่วยให้เกิดความรู้สึกต้องการแข่งขันขึ้นได้ 2) การทำแบบทดสอบซ้ำทำให้เกิดการเรียนรู้อวดสอบ เพราะแบบทดสอบทุกฉบับสอบสองครั้งคือ ก่อนสอนและภายหลังการสอน เมื่อทำครั้งแรกแล้วนักเรียนจะถามถึงคะแนน และวิธีที่จะทำให้ได้คะแนนมาก ๆ

ดังนั้นเมื่อสอบในครั้งหลังจึงพยายามทำให้คะแนนสูงขึ้น 3) ระบายอายุกลุ่มทดลอง มีอายุเฉลี่ย 14.4 ปี แต่กลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย 13.4 ปี ซึ่งเป็นวัยที่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีความสามารถทางความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนอย่างเต็มที่ เพราะผลการวิจัยของ อรรถัย เศรษฐสุตโก (2514 : 49) พบว่า "นักเรียนกลุ่มที่มีอายุต่ำกว่า 13 ปี และกลุ่มที่มีอายุ 13 ปี มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนมากกว่านักเรียนกลุ่มที่มีอายุสูงกว่า 13 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05" จึงทำให้กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มว่าสามารถสืบสวน-สอบสวนได้ดีกว่า (สอดคล้องกับค่าสถิติที่ทดสอบก่อนสอน แม้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) ความบกพร่องที่ไม่สามารถควบคุมได้นี้ น่าจะมีผลต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มควบคุมได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีความเห็นว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถในการสืบสวน-สอบสวนอยู่แล้ว หากได้รับการสนับสนุนหรือมีโอกาสได้แสดงออก จะแสดงความสามารถนั้นออกมาได้อย่างเต็มที่ แต่ถ้ามองสิ่งมาขัดขวางความสามารถนั้นไว้เสียบางส่วน นักเรียนมีโอกาใช้ความสามารถนั้นเพียงส่วนน้อย ย่อมเป็นการสูญเสียศักยภาพของมนุษย์ไปอย่างน่าเสียดาย

เมื่อพิจารณาผลของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนโดยสรุปแล้ว กลุ่มทดลองมีแนวโน้มว่ามีพัฒนาการมากกว่ากลุ่มควบคุม จึงทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่าการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ให้เจริญขึ้นไ้มากกว่าการสอนแบบเดิม

ผลการทดสอบที่สอดคล้องกับสมมุติฐานอีกประการหนึ่งคือ นักเรียนชายและหญิงของกลุ่มทดลองมีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรรถัย เศรษฐสุตโก (2514 : 49) ที่เป็นเช่นนี้เพราะทั้งนักเรียนชายและหญิงมีอายุเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (14.5 ปี และ 14.2 ปี ตามลำดับ) ความสามารถของนักเรียนทั้งสองเพศจึงทัดเทียมกัน แต่ผลที่ได้กลับตรงข้ามกับผลการวิจัยของบุญลือ ทองอยู่ (2514 : 45) ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนชายหญิงของกลุ่มทดลองนี้มีความเป็นกันเองมาก จึงกล้าแสดงความคิดของตนตามปกติ และสาเหตุอีกประการหนึ่งน่าจะเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนน้อยคือ ชาย 22 คน หญิง 13 คน (ส่วนของบุญลือ ทองอยู่ กลุ่มนักเรียนชายมี 62 คน นักเรียนหญิงมี 121 คน) ทำให้ค่าสถิติที่ได้ไม่ปรากฏผลชัดเจน จากเหตุผลดังกล่าวจึงยังไม่อาจสรุปได้แน่นอนว่า เพศชายและเพศหญิงมีความสามารถในการสืบสวน-สอบสวน แตกต่างกันเพียงใด

ความคิดสร้างสรรค์

หลักการของซุกแมน (Suchman, 1966 : 7 - 34) ที่กล่าวถึงสภาพการต่าง ๆ ที่สนับสนุนความสามารถในการคิดแบบสืบสวน-สอบสวนนั้นสอดคล้องกับหลักการที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเดวิส (Davis, 1971 : 29) ดังนั้นขบวนการที่สอนแบบสืบสวน-สอบสวน จึงน่าจะมีผลให้ความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งผลที่ได้สำหรับกลุ่มทดลองเป็นไปตามที่คาดหวัง คือมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเพียงบางฉบับ และบางฉบับ (ข้อความคะแนนจำนวน) กลับน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเกิดมาจากสาเหตุหลายประการคือ 1) แนวโน้มของความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ก่อนเริ่มสอน คือกลุ่มควบคุมมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มทดลองทุกฉบับ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแม้จะไม่ได้ฝึกความคิดนี้เท่ากลุ่มทดลองก็สามารถพัฒนาได้เช่นกัน 2) การเรียนรู้ข้อสอบเมื่อทำแบบทดสอบครั้งหลังจึงช่วยให้เข้าใจและทำได้เร็วขึ้น 3) การแข่งขัน เพราะกลุ่มควบคุมทราบว่าการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนสองกลุ่ม จึงทำให้พยายามใช้ความสามารถให้มากที่สุด 4) การสอนไม่ครบขบวนการ O-E-P-C เนื่องจากเวลาที่สอนมีจำกัดและต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถดำเนินการให้ครบขบวนการทุกครั้งได้ นักเรียนจึงมีโอกาสดีกความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมมากนัก ซึ่งในขั้น P และ C นี้มีส่วนสำคัญคือพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้น C ดังนั้นผู้วิจัยจึงเชื่อว่าถ้าการสอนเป็นไปอย่างครบขบวนการทุกครั้งแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองจะพัฒนาได้มากกว่านี้ 5) การฝึกในระยะเวลาจำกัด เนื่องจากนักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนแบบท่องจำ การคิดตามแบบแผนหรือคิดในทิศทางเดียว ย่อมจะเปลี่ยนแปลงให้รู้จักคิดหลายแง่หลายมุมได้ยาก ดังนั้นการฝึกให้รู้จักคิดสร้างสรรค์ในระยะเวลาอันจำกัด ย่อมไม่ช่วยให้เห็นผลได้มากนัก จึงทำให้ความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเห็นได้ไม่ชัดเจน

แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว ก็มีแนวโน้มที่น่าเชื่อได้ว่า ถ้าใช้เวลาสำหรับฝึกความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ผลที่ได้ควรจะแตกต่างกันอย่างชัดเจนกว่าการทดลองครั้งแรกนี้

สำหรับการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองทั้ง 3 นั้น สอดคล้องกับ สมมุติฐานเพียงบางส่วน คือกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ภายหลัง การสอนไม่แตกต่างกัน นอกนั้นไม่เป็นไปตามสมมุติฐานคือ กลุ่มทดลอง 1 มีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่ากลุ่มทดลอง 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 กลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่า กลุ่มทดลอง 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 (ฉบับรูปภาพ) และมีความคิดสร้างสรรค์นับข้อความ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 สอนแบบ Active Inquiry เหมือนกัน ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการตามขั้นตอนการ O-E-P-C เป็นส่วนใหญ่ นักเรียนจึงคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง ดังนั้นกลุ่มทดลอง 1 และ 2 จึงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่ต่างกัน ส่วนกลุ่มทดลอง 3 สอนแบบ Passive Inquiry ครูเป็นผู้นำให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนการ นักเรียนอาจคิดสร้างสรรค์ได้เพราะครูถามให้คิด มีได้ฝึกคิดเอง จึงทำให้มีความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่ากลุ่มทดลอง 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติดังกล่าว และเมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง 3 เอง ก็มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงกว่าเดิม คือฉบับรูปภาพลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ฉบับข้อความเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ที่เป็นเช่นนั้นนอกจากเหตุผลดังกล่าวแล้ว ยังน่าจะเกี่ยวกับทัศนคติ ของนักเรียนกลุ่ม 3 ที่มีต่อครูผู้สอนไปในทางลบอีกด้วย ? เป็นเหตุให้ทำแบบทดสอบอย่างไม่เต็ม ความสามารถที่แท้จริงเท่ากับครั้งแรก (Pretest) จึงยังสรุปแน่นอนไม่ได้ว่า ภายหลังการสอน กลุ่มทดลอง 3 จะมีความคิดสร้างสรรค์ลดลงกว่าเดิม

ความเกรงใจ

การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนนี้ สิ่งหนึ่งที่ครูผู้สอนต้องปฏิบัติคือ ให้ความเป็น กันเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีความสบายใจ (Suchman, 1966 : 7 - 34) คุณสมบัติของครู ในข้อนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พยงค์ พันธุศรี (2514 : 5) ที่พบว่านิสิตทั้งชายและหญิง มีความเกรงใจอาจารย์ที่เห็นทางไม่เป็นกันเอง มากกว่าอาจารย์ที่สนิทสนมเป็นกันเอง ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามหลักการ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พยงค์ พันธุศรี ดังกล่าว คือนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเกรงใจลดลงกว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มควบคุมลดลงกว่าเดิม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ตรงตามสมมุติฐาน สำหรับความเกรงใจ

ของกลุ่มทดลองที่ทดลองนั้น ลดไ้มากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไ้มี้นัยสำคัญทางสถิติซึ่งไ้มี้ออกคล้งกับสมมุติฐาน และเมื่อทดสอบภายหลังการสอน (Post-test) กลุ่มทดลองมีความเกรงใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไ้มี้นัยสำคัญทางสถิติ ไ้มี้นไปตามสมมุติฐานเช่นกัน ที่เป็นเช่นนี้ ผู้วิจัยเชื่อว่า เนื่องจากความเกรงใจเป็นบุคลิกภาพที่เปลี่ยนแปลงไ้ยาก ต้องอาศัยเวลานานพอควร ดังนั้นการทดลองเพียงสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมงในเวลา 2 ภาคเรียน จึงทำให้ความแตกต่างในเรื่องความเกรงใจของนักเรียนทั้งสองกลุ่มเห็นไ้ไ้มี้นชัดเจน แต่ผลจากการวิจัยนี้ มีแนวโน้มที่น่าพอใจว่า การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนทำไ้ให้นักเรียนมีความเกรงใจลดลงกว่าเดิม ถ้าสอนในระยะ เวลาากกว่านี้กลุ่มทดลองอาจจะมีความเกรงใจน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไ้

กล่าวโดยสรุปแล้ว การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนทำไ้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ทำไ้ความเกรงใจลดลงตามที่ต้องการ แต่ผลที่ไ้ไ้มี้นไ้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นคนทั่วไปยังเห็นความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าสิ่งอื่น และมักเป็นกังวลว่า เมื่อส่งเสริมความสามารถด้านอื่นแล้ว จะทำไ้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อยลง สำหรับการทดลองสอนครั้งนี้ สมศักดิ์ สุนทรสุข (2515) ไ้ไ้วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง (กลุ่มทดลอง 2) และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไ้มี้นัยสำคัญทางสถิติ ไ้ไ้กล่าวในตอนต้นแล้วว่า การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน เน้นชวนการมากกว่าเนื้อหา ถ้าเด็กเข้าใจและสามารถใช้ชวนการเรียนรู้ไ้ไ้แล้วจะไ้มี้นเลื่อนไ้โดยง่าย ต่างกับการรู้และจำเนื้อหาเพราะ เมื่อเวลาผ่านไปสิ่งที่เรียนรู้ไ้ไ้กลับลดลงตามลำดับ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงมีไ้ไ้สิ่งสำคัญที่สุดเพียงอย่างไ้ไ้ยสำหรับการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และความเกรงใจ

วิธีการที่จะส่งเสริมไ้ให้นักเรียนเกิดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์ เป็นไปไ้ในทำนองเดียวกัน ดังนั้นจึงไ้ไ้ตั้งสมมุติฐานว่า ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์น่าจะสัมพันธ์กันไ้ในทางบวก จากผลการวิจัยก็พบว่า เป็นจริงตามสมมุติฐานอย่างไ้ไ้เชื่อมั่นไ้ไ้ 99 % สอดคล้งกับผลการวิจัยของ อรรถัย เศรษฐศัถโก (2514 : 57)

และของ บำรุง บุญยังค์ (2515 : 92) การสอนแบบสืบสวน-สอบสวนได้ดำเนินการตามขั้นตอนการ O-E-P-C โดยเฉพาะขั้น C ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยตรง ดังนั้นเมื่อการสอนนี้ ทำให้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนสูงขึ้นได้ ก็ต้องทำให้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นเช่นกัน ความสัมพันธ์ของความคิดทั้งสองจึงเป็นไปในทางบวกดังกล่าว

ส่วนความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความเกรงใจสัมพันธ์กันในทางลบ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐาน และตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งคว่ำ ผลที่ได้นี้ตรงกับการวิจัยของ บุญลือ ทองอยู่ (2514 : 58) จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเกรงใจกับความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน โดยใช้ความเกรงใจเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง พบว่า กลุ่มที่มีความเกรงใจปานกลาง และต่ำ มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนสูงกว่ากลุ่มที่มีความเกรงใจสูง แสดงว่าความเกรงใจน่าจะเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งต่อการสืบสวน-สอบสวน และนักเรียนที่มีความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนได้คั้นั้น ควรมีความเกรงใจปานกลาง

ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ กับความเกรงใจเป็นไปในทางลบ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่สัมพันธ์กันแบบเส้นโค้ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมุติฐาน หรือผลการวิจัยของ ประสิทธิ์ บัวคลี (2514 : 90) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์กับความเกรงใจสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเกรงใจกับความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ความเกรงใจเป็นตัวแบ่ง ได้ความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างเกี่ยวกับที่ ประสิทธิ์ บัวคลี พบ ที่เป็นเช่นนี้อาจเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันมาก (ประสิทธิ์ บัวคลี ใช้ $N = 200$ การวิจัยครั้งนี้ใช้ $N = 67$) เพราะค่า F ขึ้นอยู่กับค่า N ด้วย ถ้าจะพิจารณาจากความสัมพันธ์โดยใช้ความเกรงใจเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ย่อมกล่าวได้ว่าความเกรงใจเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ เช่นกัน และนักเรียนที่มีความเกรงใจปานกลาง น่าจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่าระดับอื่น

แม้ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความเกรงใจและความคิดสร้างสรรค์ กับความเกรงใจจะไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน แต่ผลที่ได้น่าจะสอดคล้องกับความเป็นจริง เพราะความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความคิดสร้างสรรค์สัมพันธ์กัน

ในทางบวก ดังนั้นเมื่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน กับความเกรงใจสัมพันธ์กันอย่างใด ความคิดสร้างสรรค์ กับความเกรงใจก็ควรมีความสัมพันธ์กันเองด้วย ซึ่งผลการวิจัย ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกัน ($r_{IK} = -.0788$, $r_{CK} = -.0789$)

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

การวิจัยครั้งนี้ ได้ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน มีค่าสูง สอดคล้องตามสมมติฐาน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บุญลือทองอยู่ (2514 : 23 - 26) อรทัย เศรษฐสิริโก (2514 : 62) บำรุง บุญยงค์ (2515 : 66) ยุพา อานันท์สิทธิ์ (2515 : 106) และของ ทศนีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ (2515 : 71) แสดงว่าแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ใช้วัดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนได้จริง ๆ แต่ผู้วิจัยมีความเห็นว่าแบบทดสอบนี้วัดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนโดยทั่ว ๆ ไป ไม่ได้เน้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยตรง สำหรับการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ถ้าใช้แบบทดสอบที่เน้นเกี่ยวกับการสืบสวน-สอบสวนวิทยาศาสตร์โดยตรงแล้ว นอกจากจะวัดความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนโดยตรงแล้ว ยังอาจจะทำให้เห็นความแตกต่างของความคิดนี้ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมได้อย่างชัดเจน

การสอนที่ให้นักเรียนถามตามขบวนการ O-E-P-C เป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิจัยนี้เป็นเพียงเริ่มทดลองครั้งแรก ดังนั้นจึงเป็นการหาความบกพร่องต่าง ๆ ของวิธีสอนไปในตัวด้วย เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงต่อไป ซึ่งมีสิ่งที่ควรแก้ไขหลายประการ เช่น ผู้สอนที่คุ้นเคยกับการสอนแบบเดิม ตัวอย่างการทดลองที่ไม่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้ง อุปกรณ์ที่มีจำนวนน้อย การแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้สถิติอย่างถูกต้อง ช่วงเวลาที่ใช้สอนแต่ละครั้ง และเนื้อหาที่น่าจะยืดหยุ่นได้เป็นต้น เปรียบเหมือนได้สืบสวน-สอบสวนหาข้อมูลจนสามารถอธิบายได้แล้วว่า มีทฤษฎีอย่างไร ปฏิบัติแล้วเกิดอุปสรรคอย่างไร ควรแก้ไขสิ่งใดบ้าง นำจะนำไปสู่การทำนายที่ว่า "ถ้าปรับปรุงข้อบกพร่องของการสอนแบบสืบสวน-สอบสวนที่พบในการวิจัยครั้งนี้ให้ดีขึ้นแล้ว จะทำให้พัฒนาการของความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน และความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้นด้วย"

ข้อเสนอแนะ

ก. สำหรับการวิจัยต่อไป

1. ศึกษาซ้ำกับระดับชั้นเดิมและวิชาเดิมนี้ โดยปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ เช่น ตัวผู้สอนให้มี micro teaching มากขึ้น โครงการการสอนให้เป็นการทดลองที่สร้างความขัดแย้งได้ทุกครั้ง เพิ่มปริมาณอุปกรณ์ ใช้สถิติในการแบ่งกลุ่มก่อนเริ่มสอน ให้มีเวลาและเนื้อหาที่ยืดหยุ่นได้ สามารถควบคุมกลุ่มตัวอย่างให้หายทอดถึงกันได้น้อยที่สุด

2. ขยายขอบเขตของการวิจัย โดยเปลี่ยนทั้งระดับชั้นเรียนและวิชาที่สอน

3. ปรับปรุงแบบทดสอบความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ให้วัดได้สอดคล้องกับวิชาที่สอนมากขึ้น มีจำนวนข้อน้อยลง และเลือกใช้ตัวแปรละ 1 แบบทดสอบ เพื่อลดจำนวนแบบทดสอบลง นักเรียนจะได้ตั้งใจทำมากกว่านี้โดยไม่เบื่อหน่าย

4. ทำการสอนแบบติดตามระยะยาว เช่น ระดับ ม.ศ.1 - ม.ศ.3 ซึ่งจะใช้กับวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยใช้ครูคนเดียวกันสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข. เพื่อการศึกษา

1. เสนอวิธีการสอนนี้ให้เป็นที่รู้จักของครูโดยทั่วไป โดยเฉพาะในวิทยาลัยครู และวิทยาลัยวิชาการศึกษาทุกแห่ง ให้มีการศึกษาวิธีการ และหาทางปรับปรุงอย่างกว้างขวาง เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนไทยมากขึ้น

2. มีการปรับปรุงหลักสูตรและการวัดผลให้สอดคล้องกับการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว

3. ปรับปรุงสภาพของห้องเรียนให้ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนได้มากขึ้น

4. ควรจัดตั้งศูนย์ที่ศึกษาและปรับปรุง พร้อมทั้งเผยแพร่การสอนที่เน้นให้เด็กได้รู้ขบวนการมากกว่าเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อให้ครูส่วนใหญ่เข้าใจวิธีการและเห็นความจำเป็นในการปรับปรุงวิธีสอน พร้อมทั้งร่วมมือในการเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจัง

(ขณะนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำลังดำเนินการเรื่องนี้ อยู่เพียงแห่งเดียว)



บรรณานุกรม

กอ สวัสดิ์พาณิชย์ "สอนให้คิดไม่ใช่สอนให้จำ" สาธิต ฉบับพิเศษที่ 3 : 36 2514.

จิรพันธุ์ ศิริโชติ "ค้นเกิดเพื่อนครู" วารสารวิสามัญศึกษา 7 : 39 กรกฎาคม 2514.

โชติ เพชรชื่น การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิชาชีพระหว่างกัน ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 80 หน้า.

เขาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมและมัธยมระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใกล้หลักสูตรปกติ ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 118 หน้า.

ทัศนีย์ คุณาวัฒนาวุฒิ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน และการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน แบบการรับรู้ และความอยากรู้อยากเห็น ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2515, 116 หน้า.

บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสืบสวน(Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 71 หน้า.

บำรุง บุญยงค์ การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Combined Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายใน (External - Internal Control) ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2515, 104 หน้า.

ประสิทธิ์ บัวคลี่ การศึกษาเปรียบเทียบความวิตกกังวล ความเกรงใจ และความคิด
สร้างสรรค์ของนักเรียนไทยในต่างจังหวัด นักเรียนไทยในกรุงเทพฯ และนักเรียน
นานาชาติ ชั้น ม.ศ.3 ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
 2514, 148 หน้า.

ปราชญ์ฉบับ กัตถเนตร ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมตอบสนองระหว่างบุคคล
ความเกรงใจ และการปรับตัว ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
 ประสานมิตร 2515, 235 หน้า.

พยนต์ พันธุ์ศรี "ความเกรงใจในระหว่างศิษย์กับอาจารย์" รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2
โครงการวิจัยเรื่องความเกรงใจในคนไทย สิงหาคม 2514, (โรเนียว) 6 หน้า.

ยุพา อานันท์พิทธี การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry)
ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน ความฉันทนาการเรียน
และความรู้สึกรับผิดชอบ ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
 2515, 140 หน้า.

วารี อินทรวีชา "การเชื่อฟังผู้ใหญ่ในลักษณะของสังคมไทย" วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ
 1(6) : 8 - 9 กรกฎาคม 2514.

วีราพร เทพวีระพงศ์ ความเกรงใจกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาในกลุ่ม ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 241 หน้า.

วิรัช วิเชียรโชติ "สังคมไทยสมัยพัฒนา" พัฒนาวิถด 6 ไทยพณิชยการจำกัด พระนคร
 หน้า 75 - 100 2513.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ และนวลเพ็ญ วิเชียรโชติ "ลักษณะและธรรมชาติของความเกรงใจ"
รายงานการวิจัยเรื่องความเกรงใจในคนไทยฉบับที่ 1 กันยายน 2513, (โรเนียว)
 23 หน้า.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด" พัฒนาวิถึ 7
 โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์ พระนคร หน้า 55 - 56 - 2514.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ "วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน" รายงานการประชุมปฏิบัติการชีววิทยา
 มีนาคม 2514, (โรเนียว) 7 หน้า.

วรวิทย์ วทีนสรการ การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา โรงพิมพ์มิตรสยาม
 นครหลวงกรุงเทพ-ธนบุรี 2515, 106 หน้า.

สีปพนธ์ เกตุทัต "การศึกษาเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี" บทเรียนจากการจัด
การศึกษาในรอบร้อยปีที่ผ่านมา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
 โรงพิมพ์การศาสนา พระนคร 2513, 395 หน้า.

สุรางค์ ไควตระกูล "ความคิดสร้างสรรค์" ประชาศึกษา 4 : 183 - 189
 พฤศจิกายน 2509.

สมศักดิ์ สุนทรสุข การศึกษาดการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry)
ที่ป็นข้อดลัสนุทธิทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน
 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2515.

ไสว เลี่ยมแก้ว ความคิดสร้างสรรค์และความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7
 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 72 หน้า.

อารี สัททนี "วิธีสอนแบบสร้างสรรค์" ชุมนุมทางวิชาการ กรมสามัญศึกษา
 กระทรวงศึกษาธิการ พิมพ์ที่สหกรณขายสงฯ พระนคร 2510, 305 หน้า.

อรรถัย เศรษฐ์รักโก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสอบถาม (Inquiry)
กับความคิดแบบอื่น ๆ (Cognitive Styles) และความคิดสร้างสรรค์
(Creativity) ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
 2514, 73 หน้า.

Allender, Jeromes S., "The Teaching of Inquiry Skills Using a Learning Center", A.V. : Communication Review, Vol. 17, No.4, pp. 399 - 409, 1969.

Blanchard, Wendell, Thailand : its people, its society, its cultures, Hraf Press, New Haven, 1958, 528 pp.

Blatt, S.I., and Stein, M.I., "Some Personality, Value and Cognitive Characteristics of the Creative Person", American Journal of Psychology, XII, 1957, 406 pp.

Carter, J.C., "The Authoritarian vs. the Inquiry Approach", School Science and Mathematics, 33(6) : 38 - 39, February, 1968.

Collins, Kenneth, "The Importance of a Strong Confrontation in an Inquiry Model of Teaching", School Science and Mathematics, 69 : 614 - 619, October, 1969.

Compton, Mary Frances, "An Attempt to Foster Creative Thinking in Teacher", Dissertation Abstracts, 29 : 164-A, 1968.

Davis, Gary A., "Teaching for Creativity", Journal of Research and Development in Education, 4(3) : 29 - 34, Spring, 1971.

DeCecco, John I., The Psychology of Learning and Instruction, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, 800 pp.

Edwards, Allen L., Experimental Design in Psychological Research, Rinehart and Company, Inc., New York, 1958, 446 pp.

Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw-Hill Book Co., New York, 1966, 446 pp.

Freund, John E., Manual of Experimental Statistics, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1960, 85 pp.

Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Vakins, Feffer and Somons Privated Ltd., Bombay, 1966, 491 pp.

Getzels, J.W., and Jackson, P.W., Creativity and Intelligence, New York, Wiley, pp. 455 - 456, 1962.

- Guildford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw-Hill Book Co., New York, 1950, 633 pp.
- Hildreth, Gertrude H., Introduction to the Gifted, McGraw-Hill, Inc., 1966, 572 pp.
- Kaufman, Barry A., "Discovery Learning in Science" Science Education, 55 : 102, Jan.-Mar, 1971.
- Lindgren, Henry Clay, Psychology, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966, 560 pp.
- Lindquist, E.F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Houghton Mifflin Company, Boston, 1956, 327 pp.
- Massialas, Byron G., "Teaching and Learning Through Inquiry" Today's Education, 58(5) : 40 - 44, May, 1969.
- Nuanpen Kosolsreth, A Study of Parent-Child Relationships in Cognitive Styles, Master's thesis, University of Illinois, 1964, 111 pp.
- Piaget, J., Judgment & Reasoning in the Child, Lowe & Brydone Printers, Limited London, reprint 1951, 260 pp.
- Ramsey, Gregor A. et al, "An Analysis of Research Related to Instructional Procedure in Elementary School Science" Science and Children, pp. 25 - 33, April, 1969.
- Suchman, J. Richard, Illinois Studies in Inquiry Training, December, 1964. (Newsletter)
- Suchman, J. Richard, "Inquiry : The Conditions for Inquiry" The Instructor, 75(1) : 30, November, 1965.
- Suchman, J. Richard, "Inquiry Development Procedures" Developing Inquiry, Science Research Associates, Inc., Chicago, © 1966, 79 pp.
- Suchman, J. Richard, "Inquiry : Inquiry in the Curriculum", The Instructor, 75(5) : 64, January, 1966.
- Sund, Robert B. and Trowbridge Leslie W., Teaching Science by Inquiry, Charles E. Merrill Publishing Co., Ohio, 1967, 357 pp.
- Torrance, E. Paul, Rewarding Creative Behavior, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. © 1965, 353 pp.

- Torrance, E. Paul, "Creativity and Infinity" Journal of Research and Development in Education, 4(3) : 35 - 38, Spring, 1971.
- Vasilakes, William S., "Inquiry Problems with the Scientific Method", School Science and Mathematics, 67(6) : 491 - 502, June, 1967.
- Washton, Nathan S., Teaching Science Creatively in the Secondary School, W.B. Saunders Company, 1967, 430 pp.
- Young, Darrell, "Enquiry-A Critique", Science Education, 52(2) : 138 - 141, March, 1968.
- Youngs, Richard C. and Jones, William W., "The Appropriateness of Inquiry Development Materials for Gifted Seventh Grade Children : Final Report", Research in Education, 5(2) : 41, February, 1970.





ความมุ่งหมายของการศึกษา

ความมุ่งหมายของการศึกษานั้น ดร.วีรบุท วิเชียรโชติ แบ่งเป็น 5 ประเภทคือ

1. Cognitive Domain (C) : ความคิด ประกอบด้วย

- เนื้อหา (ความรู้ความจำ)
- ขบวนการคิด (ความเข้าใจ, การนำไปใช้...)

2. Affective Domain (A) : ความรู้สึก ประกอบด้วย

- ทศนคติและค่านิยม
- ความสนใจ
- ความซาบซึ้งในคุณค่า

3. Psychomotor (Behavior:B) : การเคลื่อนไหว ประกอบด้วย

- ทักษะ
- การพัฒนาภาษาและการสื่อสาร

4. Conative (Drive:D) : แรงขับ ประกอบด้วย

- แรงจูงใจ
 - แรงจูงใจใฝ่รู้อยู่
 - แรงจูงใจใฝ่อาณาเขต
 - แรงจูงใจใฝ่สังคม
 - แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์
- เครื่องล่อ

5. Personality development (Ego:E) : พัฒนาการทาง

บุคลิกลักษณะ ประกอบด้วย

- บุคลิกลักษณะประชาธิปไตย
 - ความรับผิดชอบ
 - ความมีเหตุผล
 - ความเสมอภาค

– บุคลิกภาพที่สนใจศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ

ความมุ่งหมายเหล่านี้นำมาแปลเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง โดยคิดว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องที่กำหนดแล้ว ควรมีพฤติกรรมอย่างไรบ้าง

ในโครงหุ่นการสอนแต่ละ เรื่องจะมีความมุ่งหมายแตกต่างกันไป ซึ่งแปลเป็นพฤติกรรม ดังนี้

การแปลความมุ่งหมายเป็นพฤติกรรม

C₁ : มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เหมาะสมกับระดับประถมปลาย ความรู้ในที่นี้หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่ว ๆ ไป และขบวนการต่าง ๆ

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. จำและระลึกคำนิยามได้
2. สามารถแยก จัดประเภท และเปรียบเทียบความแตกต่างได้ สำหรับความรู้ที่ได้รับ
3. จับคู่ข้อความที่กำหนดให้ว่าตรงกับศัพท์เฉพาะ หรือข้อเท็จจริงหรือหลักการข้อใดได้
4. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปประโยค หรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง
5. สามารถบอกได้ว่าอันไหนเป็นความรู้ที่ถูกต้องหรือผิด
6. สามารถแยกข้อเท็จจริงจากความคิดเห็นได้

C₂ : มีความเข้าใจในความรู้คือ ศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป วิธีการและขบวนการ รวมทั้งวิธีคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งจะค้นคว้าหาความจริงเพิ่มเติมเพื่อเป็นรากฐานนำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถแปลความของความรู้ได้
2. สามารถตีความของความรู้ได้
3. สามารถขยายความจากความรู้นั้นได้
4. สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้

C₃ : เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านที่เป็นคุณและด้านที่เป็นโทษ ทั้งคุณและโทษเป็นเรื่องเกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถแปลความของผลงานนั้นได้
2. สามารถตีความผลงานนั้นได้
3. สามารถขยายความจากผลงานนั้นได้
4. สามารถเปรียบเทียบวิธีการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์สมัยเก่าและสมัยใหม่ได้ (สมัยเก่าหมายถึงก่อน ค.ศ. 1900)

C₄ : รู้จักใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของคนได้

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถกำหนดปัญหาในชีวิตประจำวันได้
2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในชีวิตประจำวันได้
3. รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวันได้
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้
5. สรุปประเมินผลการทดสอบสมมุติฐาน และเสนอแนะการแก้ปัญหาและวิธีใช้ได้

6. นำผลที่สรุปได้ไปใช้แก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้

C₆ : มีทักษะในการค้นพบกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในธรรมชาติ โดยการใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. ตั้งคำถามตามลำดับขั้น โดยใช้ความคิดแบบสืบสวน-สอบสวนได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง คือความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่ไม่ชัดเจนออกมาใน 4 คุณลักษณะ (การสังเกต การอธิบาย การทำนาย และการนำไปใช้สร้างสรรค์)

2. ใช้ข้อสนเทศ สังกัปแนวทาง และข้อเท็จจริงที่ได้จากคำถาม เพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

3. สามารถสรุปกฎเกณฑ์จากสมมุติฐานที่ตรวจสอบแล้วได้

4. สามารถเปรียบเทียบขบวนการวิทยาศาสตร์และการคิดแบบ

สืบสวน-สอบสวนได้

C₈ : มีการคิดแบบต่าง ๆ คือการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ การคิดแบบสังเคราะห์ และการคิดแบบวิจารณ์ญาณ

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. มีเหตุผลในการรวมสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเราได้
2. มีเหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการอ้างถึงคุณสมบัติที่มีร่วมกัน
ซึ่งไม่อาจสังเกตได้

3. มีเหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่มีร่วมกัน

4. สามารถจัดลำดับเรื่องราวต่าง ๆ ได้

5. สามารถสร้างแบบแผนหรือโครงการขึ้นตามแนวใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. สามารถแยกความจริงออกจากความคิดเห็นได้

7. สามารถสรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง

A₁ : มีความสนใจและซาบซึ้งในงานอดิเรกทางด้านวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่ต้องบังคับทั้งภายนอกและภายในโรงเรียน

2. ขวนขวายหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการอ่าน ฟัง พูด และร่วมอภิปราย

3. ทำงานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์

A₂ : มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. ไม่เชื่อโชคลาง
3. ที่ความจากข้อมูลโดยปราศจากอคติ
4. รอคอยการตัดสินใจจนกว่าจะได้ข้อมูลครบ
5. แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจากข้อมูล

E₁ : มีความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น และรู้จักสังเกตธรรมชาติ
ที่แวดล้อมตนอยู่

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. ชักถามความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ
2. รู้จักเขียนจดหมายเหตุทางวิทยาศาสตร์
3. ค้นหาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารต่าง ๆ เป็นประจำ

E₃ : มีนิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์เพื่อเสริมสร้างทางด้านวิชาการ ทักษะ
การประดิษฐ์ การนำไปใช้ และการประกอบสัมมาอาชีพ

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. รู้จักแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือเครื่องใช้ให้ดีขึ้น
2. นำเศษวัสดุมาทำเป็นของใช้ เครื่องเล่น หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ
3. สามารถเสนอความคิดใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เสนอว่า
การทดลองที่ครูทำให้นั้น จะใช้การทดลองอื่นที่ปลอดภัยเช่นเดียวกันแทนได้

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างโครงงานการสอน



การทดลองตอนหนึ่งในเรื่อง ความร้อน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง หุ่น	อัน คัย การ สอน	การ ทดลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่งที่ สังเกต	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียน			ประ เมิน	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	ฝึก		
C	10	ทำการ ทดลอง ถึงภาพ 	C ₁ C ₂ C ₃ C ₄ C ₆ C ₈ A ₁ A ₂ E ₁ E ₃	1. ที่ซึ่งมี อากาศอุ่น ความกด จะน้อยถ้า อากาศมาก ความกด ต่างกัน กันจะมาก กันจะ ควย 2. ใต้น้ำมี แรงดัน 3. ใต้น้ำ เมื่อได้รับ ความเย็น จะกลั่นตัว	สารชนิด เดียวกัน อยู่ในที่ ซึ่งมี ความกด ต่างกัน กันจะ เคลื่อนใน อุณหภูมิที่ ต่างกัน การนำ ไปใช้ 1. ต้นน้ำ บนที่สูง	1. จำและระลึก นิยามได้ 2. สามารถแยก จัดประเภทและ เปรียบเทียบความ แตกต่างได้ 3. บอกได้ว่าอัน ไหนเป็นความรู้ ที่ถูกหรือผิด 4. สามารถแยก ข้อเท็จจริงจาก ความคิดเห็นได้ 5. ขยายความ จากความรู้ที่ได้	1. ขาดัง 2. อาจ 3. คนโท กันกลม เปรียบเทียบ แตกต่างได้ 4. ตะ เกียงอัล กอฮอล 5. น้ำเย็น 6. น้ำแข็ง	1. นักเรียน จงสังเกต การทดลอง ให้คิดว่า เกิดอะไร ขึ้น 2. (ห้ น้ำเดือด อธิบายสิ่ง กับแนวทาง ที่พิมพ์ ไว้แล้ว ส่งสัยตอน ให้เข้าใจ	1. ต้ม น้ำใน คนโท ให้ เดือด 2. แจก สิ่งก แนวทาง ความ สนใจ เขียน บน	1. ถามเกี่ยวกับ อุปกรณ์ที่ มาทดลอง ในสมุด 2. อาจซักถาม เกี่ยวกับ แนวทาง หรือจุด สิ่งที่น่า สนใจ จากการ อธิบาย	1. วิเคราะห์ และแยกประ เภท 2. วิเคราะห์ แยกประ เภท และโยง ความสัมพันธ์ เป็น การ บ้าน	1. ใช้ แบบท สอบ 2. ใช้ การสัง เกต 3. ฐ ผลงาน ที่ให้ทำ เป็น การ บ้าน	1. อันคัย การสอน เปลี่ยน แปลงได้ แล้วแต่ จะจัด เรียง เรื่องใด ก่อนหลัง คาม ความ เหมาะ สม	

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง หุ่น	อัน คัม การ สอน	การ ทค ลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่งที่ สัมพันธ์ กับ แนวทาง	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียน			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
				เป็นหยก น้ำ 4. เมื่อไ น้ำกลั่นตัว ความกด ดันจะลด ลง	จะเกิด เร็วกว่า ปกติ 2. หุง ข้าวบน ภูเขาจะ สุกช้า กว่าบน พื้นดิน	6. วิเคราะห์ขอ มูลที่รวบรวมมา ได้ 7. ลำดับความ ตามลำดับชั้นได้ 8. ไขข้อสงสัย จากสิ่งที่แนว หน้าได้ถูกต้อง 11. สรุปกฎเกณฑ์ จากสมมุติฐานที่ ตรวจสอบได้ 12. คิดแบบโยง ความสัมพันธ์แบบ		เสียก่อน จะได้นำ ไปใช้ใน การสืบสวน สอบสวน การทดลอง ต่อไป 3. นักเรียน สังเกต เห็นอะไร บ้าง	กระ ราน คนโท ที่มีน้ำ เดือด ลง แล้ว	เกี่ยวข้องกับ สิ่ง กับนั้น 3.-ทำไมน้ำ จึงเดือดได้ ? -ครั้งแรก น้ำเดือดแล้ว ไขใหม่ ?	เกี่ยว กับสิ่ง กับนั้น 3. จด คำถาม ของคน เองหรือ ของ เพื่อน	3.-โยง ความสัมพันธ์ -วิเคราะห์	2. อาจ ใช้หลอด ทดลอง แทนคน โทกัน กลม 3. ถ้ามี อุปกรณ์ มาก ให้ฝึก เรียน ช่วยกัน ทดลอง	

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง ข่าย การ สอน	อัน ดัด การ สอน	การ ท ด ลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่งที่ ส งกับ แนวหน้า	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียนรู้			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
						จำแนกประเภท แบบสังเคราะห์ และคิดแบบวิจ ญาณได้ 13. เข้าร่วมกิจ กรรมทางวิทยา ศาสตร์โดยไม่ ต้องบังคับ 14. หาความ สัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผลจาก ข้อมูล 15. สามารถ บอกหรือบรรยาย			กล่าวลง บนขา ตั้งเอา น้ำเป็น ราคาให้ มอง เห็นชัด เจนา น้ำ เคือก ได้อีก โดยไม่ ต้อง ตั้งไฟ	เมื่อเอาไฟ ออกแล้วคว คนโหล่งน้ำ หยดเคือกแล้ว โซใหม่ ? จุกยางปัก แนจนอากาศ เข้าออกไม่ได้ โซใหม่ ? เมื่อน้ำเคือก ครั้งแรกเกิด ไอน้ำ และไ นั้นยังอยู่ในคน โทโซใหม่ ?	พร้อม ทั้งคำ ตอบ จากครู และพิ จารณา ความ สัมพันธ์ ของคำ ตอบที่ ได้เพื่อ เตรียม ถามบ้าง หรือ	-วิเคราะห์ -วิเคราะห์ -โยงความ สัมพันธ์เพื่อ จะเอาสิ่ง แนวหน้ามา ใช้		ซ้ำเป็น กลุ่ม 3. อาจ คิดแปลง โครง ข่าย นี้เป็น B และ A ได้โดย ใช้ภาพ วาด แสดง การท ดลองตาม ลำดับขั้น

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง หุ่น	อัน กับ การ สอน	การ ทค ลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่งกั บ แนวหน้า	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียน			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
						เปรียบเทียบถึง ความแตกต่าง ระหว่างของ หลาย ๆ สิ่ง ที่คล้ายคลึงกันได้ 16.สามารถบอก ได้ว่าจะใช้เครื่องมือ นี้ไปทดลอง เรื่องใดได้อีกบ้าง หรือจะใช้เครื่องมือ อื่น ๆ มาทดลอง แทนได้อย่างไร		4.เราให้ นักเรียน ถามโดย เงื่อนไขให้ ใช้สิ่งกั บเข้าช่วย บ้างหรือ ให้พิจารณา อย่างละ เอียวว่า มีสิ่งใดที่ ยังไม่แน ใจ	4.อาจ ทำการ ทดลอง ซ้ำเมื่อ นักเรียน มองเห็น ไม่ทั่ว หรือ สังเกต ไม่ทัน และ เขียน คำถาม	4.-การเค็ด ของน้ำในครั้ง หลังเป็น เพราะน้ำเย็น ที่รากลงไป ไหม ? -เมื่อเอาน้ำ เย็นราดทำให้ ไอน้ำกลั่นตัว ความกดดัน จึงลดลงทำให้ น้ำร้อนในคน โทเค็ดได้อีก	เขียน คำถาม ขึ้นต่อ ไป เตรียม ไว้	4.-โยง ความสัมพันธ์ -โยง ความสัมพันธ์	เหมือน การทค ลองจริง เมื่อเป็น โครงหุ่น B และ เล่าเรื่อง ให้ฟัง แทนการ ทดลอง เมื่อเป็น โครงหุ่น A เป็นต้น	

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง - หุ่น	อัน กับ การ สอน	การ ทดลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่งที่ สังเกต แนวทาง	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียนรู้			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	ฝึก		
								จนนักเรียน สามารถลง สรุปได้ และตอบคำ ถามของ นักเรียน (ใช่-ไม่ใช่)	ที่นัก เรียน ถาม	ใช่ไหม ?				
								5.ใครคิด ว่าน้ำเค็ม ครั้งหลัง เพราะ สาเหตุอื่นๆ อีกบ้าง		5.นักเรียน บางคนอาจ อธิบายข้อ4 โดยพยายาม ชี้แจงให้ละ เอียดขึ้นหรือ	5.สรุป ความ สำคัญ ของการ ทดลอง ครั้งนี้	5.-โยง ความสัมพันธ์		

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง หน้ การ สอน	อัน กับ การ สอน	การ ทค ลอง	ความ มุ่ง หมาย	ลังกับ แนวหน้า	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียนรู้			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
								เพราะที่ อธิบายใน ข้อ 4 อาจ จะถูกหรือ ไม่ถูกก็ได้		อธิบาย สาเหตุอื่น ๆ	ลงสมุด ประจำ ตัว			
								6.นักเรียน เคยพบหรือ ได้ยินเรื่อง ราวในชีวิต จริงที่เกี่ยว ข้องกับ เรื่องที่เรียน ในวันนี้บ้าง		6. การต้ม ไขบนภูเขา ใช่ไหม ? -ถ้าต้มไขบน ภูเขาจะสุก ช้ากว่าข้าง ล่างใช่ไหม?	6.จด คำถาม	6.-โยง ความสัมพันธ์ -สังเคราะห์ วิจารณ์ และประเมิน		

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง ข่าย การ สอน	อัน ดัย การ สอน	การ ทด ลอง	ความ มุ่ง หมาย	สิ่ง กับ แนว หน้า	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียนรู้			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	คิด		
								หรือไม่ ? หรือนัก เรียนคิด ว่าหลัก การที่เรียน ไปนี้ สามารถ นำไปใช้ ประโยชน์ อะไรได้ บ้าง ?		- ถ้ามานำบน ภูเขาจะเค็ค เร็วกว่าข้าง ล่างใช่ไหม? - ถ้ามานำในที่ ที่มีความกดดัน มากๆจะเค็ค ช้ากว่าปกติ ใช่ไหม ? - อาหารที่ เค็คในที่ซึ่งมี ความกดดัน มากๆจะเปื่อย				

1			2	3		4	5	6		7			8	9
โครง - หุ่น	อัน กับ การ สอน	การ ทค ลอง	ความ - มุ่ง หมาย	สังกัด กับ แนวหน้า	เนื้อหาที่ ต้องการ และการ นำไปใช้	พฤติกรรม ที่คาดหวัง	อุปกรณ์	พฤติกรรมการสอน		พฤติกรรมการเรียนรู้			ประ เมิน ผล	หมาย เหตุ
								พูด	ทำ	พูด	ทำ	ฝึก		
										กว่าที่เคื่อก ในที่ซึ่งมี ความกดดัน น้อยใช่ไหม?				



ตัวอย่างการเรียงการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน
(ตามโครงหุ่น C อันกับการสอนที่ 10 . ในเรื่องความร้อน)

เป็นการถาม-ตอบที่เกิดขึ้นหลังจากครูทดลองให้นักเรียนเห็นแล้วว่า น้ำเดือดได้
อีกครั้งเมื่อไอน้ำเย็นราค

- น.ร. : เวลาเอาน้ำเย็นราค ทำไมน้ำเดือดอีกได้ ?
- ครู : นักเรียนคนอื่นมีความคิดเห็นอย่างไรละ ? ลองช่วยกันสืบสวนซิ
- น.ร. : ความร้อนทำให้น้ำเดือดแล้วกลายเป็นไอน้ำใหม่ ?
- ครู : ใช่
- น.ร. : ในคนโทมีอากาศอยู่ด้วยไอน้ำใหม่ ?
- ครู : ใช่
- น.ร. : ถ้าเอาน้ำเย็นจากราคแทนจะได้หรือไม่ ?
- ครู : น้ำเย็นขนาดไหน ?
- น.ร. : เกือบเป็นน้ำแข็งครับ
- ครู : เชื่อกันว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้าเอาน้ำเย็นขนาดนั้นราคคนโทที่ใส่น้ำร้อนจัดอยู่
- น.ร. : แตกครับ
- ครู : ใครจะถามอะไรอีก
- น.ร. : ถ้าตนนาน ๆ โดยปิดจุกไว้ ไอน้ำจะมีแรงดันจุกไอน้ำใหม่ ?
- ครู : ใช่
- น.ร. : การที่น้ำเดือดได้อีกนี้เกี่ยวข้องกับแรงดันจุกไอน้ำใหม่ ?
- ครู : ใช่
- น.ร. : ขณะน้ำเดือดแล้วคว่ำคนโทลง ในที่ว่างเหนือน้ำก็ยังมีไอน้ำใหม่ ?
- ครู : ใช่
- น.ร. : เมื่อเอาน้ำเย็นราคไอน้ำจะปรับตัวไม่ทัน จึงทำให้น้ำเดือดอีกครั้งใช่ไหม ?
- ครู : ครูไม่เข้าใจที่เธอว่า ไอน้ำปรับตัว หมายความว่าอย่างไร ?

- น.ร. : เมื่อก่อนน้ำเป็นรากแล้ว ใต้น้ำจะกลืนตัวครับ
- ครู : แล้วเป็นอย่างไร ?
- น.ร. : การกลืนตัวของใต้น้ำมีส่วนสำคัญใช่ไหม ?
- ครู : ใช่ แล้วเกี่ยวข้องกับการทดลองนี้อย่างไรต่อไป ช่วยกันอธิบายสิ
- น.ร. : เมื่อก่อนน้ำเป็นรากทำให้ใต้น้ำกลืนตัว ความดันลดลง น้ำจึงเคঁออกได้อีกครั้ง
ใช่ไหม ?
- ครู : ใช่, ใครจะมีความเห็นอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง ?
- น.ร. :
- ครู : วันนี้เราเรียนเรื่องอะไรกันนะ ไหนลองช่วยกันสรุปสิ
- น.ร. : การเคঁออกใช่ไหม ?
- ครู : ใช่, แล้วมีความสำคัญว่าอย่างไรบ้าง ?
- น.ร. (ช่วยกันแก้ไขรูปประโยค โดยที่ครูคอยท้วงติงบ้าง) : ของเหลวจะเคঁออกได้อีก
ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเดิม ถ้าความดันลดลง
- ครู : เอาละสำหรับวันนี้เลยเวลาแล้ว ครูจะฝากคำถามไปคิดเป็นการบ้านนะ
- 1) ถ้าขึ้นไปหุงข้าวบนยอดเขาสูง ๆ จะเป็นอย่างไร ?
 - 2) นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้นี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรได้บ้าง
บอกมาให้มากที่สุด ?
